

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

GIÁO TRÌNH

Kết cấu chuyên ngành thủy nông

DÙNG TRONG CÁC TRƯỜNG TRUNG HỌC CHUYÊN NGHIỆP



NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI

SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO HÀ NỘI

ThS. HOÀNG XUÂN ANH

GIÁO TRÌNH
KẾT CẤU

CHUYÊN NGÀNH THỦY NÔNG

(Dùng trong các trường THCN)

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2007

Lời giới thiệu

Nước ta đang bước vào thời kỳ công nghiệp hóa, hiện đại hóa nhằm đưa Việt Nam trở thành nước công nghiệp văn minh, hiện đại.

Trong sự nghiệp cách mạng to lớn đó, công tác đào tạo nhân lực luôn giữ vai trò quan trọng. Báo cáo Chính trị của Ban Chấp hành Trung ương Đảng Cộng sản Việt Nam tại Đại hội Đảng toàn quốc lần thứ IX đã chỉ rõ: "Phát triển giáo dục và đào tạo là một trong những động lực quan trọng thúc đẩy sự nghiệp *công nghiệp hóa, hiện đại hóa*, là điều kiện để phát triển nguồn lực con người - yếu tố cơ bản để phát triển xã hội, tăng trưởng kinh tế nhanh và bền vững".

Quán triệt chủ trương, Nghị quyết của Đảng và Nhà nước và nhận thức đúng đắn về tầm quan trọng của chương trình, giáo trình đối với việc nâng cao chất lượng đào tạo, theo đề nghị của Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội, ngày 23/9/2003, Ủy ban nhân dân thành phố Hà Nội đã ra Quyết định số 5620/QĐ-UB cho phép Sở Giáo dục và Đào tạo thực hiện đề án biên soạn chương trình, giáo trình trong các trường Trung học chuyên nghiệp (THCN) Hà Nội. Quyết định này thể hiện sự quan tâm sâu sắc của Thành ủy, UBND thành phố trong việc nâng cao chất lượng đào tạo và phát triển nguồn nhân lực Thủ đô.

Trên cơ sở chương trình khung của Bộ Giáo dục và Đào tạo ban hành và những kinh nghiệm rút ra từ thực tế đào tạo, Sở Giáo dục và Đào tạo đã chỉ đạo các trường THCN tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình một cách khoa học, hệ

thống và cập nhật những kiến thức thực tiễn phù hợp với đối tượng học sinh THCN Hà Nội.

Bộ giáo trình này là tài liệu giảng dạy và học tập trong các trường THCN ở Hà Nội, đồng thời là tài liệu tham khảo hữu ích cho các trường có đào tạo các ngành kỹ thuật - nghiệp vụ và đông đảo bạn đọc quan tâm đến vấn đề hướng nghiệp, dạy nghề.

Việc tổ chức biên soạn bộ chương trình, giáo trình này là một trong nhiều hoạt động thiết thực của ngành giáo dục và đào tạo Thủ đô để kỷ niệm "50 năm giải phóng Thủ đô", "50 năm thành lập ngành" và hướng tới kỷ niệm "1000 năm Thăng Long - Hà Nội".

Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội chân thành cảm ơn Thành ủy, UBND, các sở, ban, ngành của Thành phố, Vụ Giáo dục chuyên nghiệp Bộ Giáo dục và Đào tạo, các nhà khoa học, các chuyên gia đầu ngành, các giảng viên, các nhà quản lý, các nhà doanh nghiệp đã tạo điều kiện giúp đỡ, đóng góp ý kiến, tham gia Hội đồng phản biện, Hội đồng thẩm định và Hội đồng nghiệm thu các chương trình, giáo trình.

Đây là lần đầu tiên Sở Giáo dục và Đào tạo Hà Nội tổ chức biên soạn chương trình, giáo trình. Dù đã hết sức cố gắng nhưng chắc chắn không tránh khỏi thiếu sót, bất cập. Chúng tôi mong nhận được những ý kiến đóng góp của bạn đọc để từng bước hoàn thiện bộ giáo trình trong các lần tái bản sau.

GIÁM ĐỐC SỞ GIÁO DỤC VÀ ĐÀO TẠO

Bài mở đầu

1. Tình hình phát triển của ngành sản xuất vật liệu xây dựng

Trong công việc xây dựng, vật liệu là thành phần quan trọng nhất. Vật liệu quyết định chất lượng, mỹ thuật, giá thành công trình. Chi phí vật liệu xây dựng chiếm tới 70 - 80% đối với công trình công nghiệp và dân dụng, chiếm 70 - 75% đối với công trình giao thông và 50 - 55% đối với các công trình thuỷ lợi.

Từ xưa, người ta biết lợi dụng vật liệu xây có sẵn trong thiên nhiên như: đất đá, gỗ, rơm, rạ... để xây dựng nhà cửa, cầu cống. Các công trình xưa xây dựng bằng gạch mộc, gạch tổ ong, về sau dùng gạch đã nung để nâng chất lượng công trình. Chất kết dính các vật liệu rời ngày xưa dùng mật, sau đó dùng vôi cát và tới đầu thế kỷ 19 người ta phát minh ra xi măng Poóc lăng. Ngày nay, để xây dựng các công trình thế kỷ, các nhà cao tầng, cầu xi măng có khẩu độ lớn... người ta dùng vật liệu mới như kim loại, bê tông cốt thép, bê tông ứng lực trước, vật liệu compôsít...

Thế kỷ 21, kỹ thuật sản xuất và xây dựng vật liệu trên thế giới đã đạt tới trình độ cao. Nhiều phương pháp, công nghệ tiên tiến được áp dụng. Vật liệu gốm nung từ lò đốt than từng mẻ chuyển sang dùng lò tuynen đốt bằng nhiên liệu lỏng hoặc khí. Sản xuất các cấu kiện bê tông ứng lực trước với kích thước lớn. Hầu hết, các quá trình sản xuất vật liệu và cấu kiện được cơ giới hoá và tự động hoá ở trình độ cao.

Ở Việt Nam, từ thời xa xưa đã có nhiều công trình được xây dựng bằng gỗ, gạch, đá tồn tại đến nay hàng trăm năm. Trong vài chục năm lại đây, ngành sản xuất vật liệu xây dựng đã phát triển mạnh. Đến nay đã có hàng trăm loại vật liệu xây dựng khác nhau được sản xuất, phục vụ xây dựng trong nước và bước đầu xuất khẩu ra nước ngoài. Nhiều nhà máy xi măng hiện đại với tổng công suất lên tới 18 - 20 triệu tấn ra đời, góp phần xây dựng xã hội chủ nghĩa ở Việt

Nam. Ngành sản xuất vật liệu xây dựng đã đi trước một bước, tiếp thu những công nghệ hiện đại, tiên tiến.

2. Lịch sử phát triển của bê tông cốt thép

Bê tông cốt thép xuất hiện rất sớm, khoảng nửa sau thế kỷ 19 tại các nước có nền công nghiệp phát triển. Nhiều công trình xây dựng dân dụng và công nghiệp với quy mô ngày càng lớn, cầu cống với các khẩu độ lớn, những công trình thuỷ lợi: đập, mương máng...đòi hỏi phải có vật liệu xây dựng mới, có độ bền chắc cao, nhưng việc chăm sóc bảo dưỡng lại đơn giản, ít tốn kém. Qua hơn một thế kỷ phát triển của bê tông cốt thép, đến nay người ta có thể chia thành 3 giai đoạn như sau:

- Giai đoạn đầu, khi những hiểu biết chưa đầy đủ, chưa có lý luận tính toán, người ta bố trí cốt thép theo cảm tính, do đó Monier đã có sai sót khi bố trí cốt thép tại trục trung hoà của tấm.

- Giai đoạn nghiên cứu và sử dụng phổ biến: kỹ sư Đức Koenen, người đầu tiên kiến nghị đặt cốt thép vào miền chịu kéo của bêtông, do đó đã tăng khả năng chịu lực của bê tông. Nhiều công trình bê tông cốt thép ra đời với chất lượng cao, đạt các chỉ tiêu kinh tế, kỹ thuật. Năm 1900 ở Pháp có uỷ ban chuyên nghiên cứu bê tông cốt thép. Năm 1906 đã có qui phạm đầu tiên về bê tông cốt thép.

- Giai đoạn phát triển hiện đại: trong giai đoạn này, nhiều dạng công nghệ mới, tiên tiến xuất hiện. Bê tông ứng lực trước xuất hiện, cho phép tăng khả năng chịu uốn của dầm, do đó đạt được khẩu độ lớn, giảm đáng kể số lượng trụ đỡ, vừa đảm bảo an toàn, vừa đạt chỉ tiêu kinh tế kỹ thuật cao. Các loại bê tông nặng, bê tông nhẹ, bê tông chịu mặn cho các công trình biển, xi măng lưới thép dùng chế tạo tầu, thuyền. Nhiều công trình lý thuyết hoàn chỉnh phương pháp tính toán đã ra đời. Phương pháp thi công phát triển rộng và sâu: Bê tông đúc sẵn, ván khuôn trượt. Do đó, ngày nay người ta xây dựng được những công trình thế kỷ như cầu vòm, nhịp dài 260m ở Thuỵ Điển, các nhà chọc trời cao hàng trăm mét...

3. Nội dung môn học

Môn học gồm có 5 chương:

Chương 1 giới thiệu chung về vật liệu dùng trong xây dựng các công trình, những đặc điểm chính của từng loại vật liệu.

Chương 2 nhằm giới thiệu một số đặc trưng cơ học của khối xây: cường độ tính toán khối xây, môđun đàn hồi và hệ số ma sát. Đây là những tính chất quan trọng có ảnh hưởng lớn tới độ bền của công trình, khả năng chịu tải của nó,...

Chương 3 giới thiệu một số khái niệm về bê tông và bê tông cốt thép, những tính chất chính của bê tông, phạm vi ứng dụng của nó trong xây dựng các công trình.

Chương 4 giới thiệu các phương pháp tính toán chính hiện nay, dùng để tính toán khả năng chịu tải hoặc khả năng đảm bảo an toàn cấu kiện khi chịu tải. Đây là chương quan trọng, vì có liên quan nhiều đến tính toán công trình, kỹ thuật viên cần phải biết để thiết kế hoặc kiểm tra khả năng làm việc của kết cấu.

Chương 5 giới thiệu một số tính toán cụ thể, các cấu kiện phổ biến và quan trọng trong một công trình: cột, dầm, móng với các kiểu tải trọng khác nhau thường gặp trong sản xuất.

Môn học Kết cấu, là môn cơ sở của ngành, không thể thiếu đối với các ngành liên quan tới công việc xây dựng, giúp cho việc thiết kế hoặc kiểm tra trong quá trình xây dựng. Nội dung môn học rất rộng, có nhiều lĩnh vực rất sâu. Đối với cấp độ trung học chuyên nghiệp, nội dung hạn chế ở mức độ nhất định. Chính vì vậy, nên có một số yêu cầu đối với học sinh khi học môn này.

Học sinh cần nắm vững phương pháp tính toán cơ bản đối với một số cấu kiện quan trọng, đặc điểm vật liệu sử dụng để có được kết cấu an toàn, bền chắc và đúng kỹ thuật. Từng phần giáo trình cho những ví dụ từ đơn giản đến tương đối phức tạp, học sinh cần hiểu và nắm được các bước tính toán, kiểm tra theo qui trình, qui phạm đã qui định của ngành, của nhà nước. Để hiểu sâu cần phải làm nhiều loại bài tập (mang tính chất rèn luyện), biết cách tra cứu các biểu bảng, ý nghĩa của các kết quả tính toán. Phương pháp học tư duy, thầy giới thiệu các nội dung và phương pháp tính toán cơ bản, học sinh cần vận dụng để giải quyết một số vấn đề có trong thực tế (dưới dạng các loại bài tập), đồng thời tham khảo thêm tài liệu. Những vấn đề quan trọng, có thể thảo luận tập thể, từ đó rút ra được phương pháp tốt nhất.

Quá trình học, học sinh cần được tham quan một vài công trình cụ thể, để có thể hiểu sâu được cấu tạo, giải pháp thực hiện cho từng loại công việc.

Chương 1

VẬT LIỆU XÂY DỰNG

Vật liệu xây dựng có vị trí quan trọng trong các công trình xây dựng. Chất lượng của vật liệu ảnh hưởng rất lớn đến chất lượng và tuổi thọ của công trình. Cần hiểu biết sâu sắc về vật liệu và việc sử dụng vật liệu đạt hiệu quả kinh tế cao.

Chương Vật liệu xây dựng nhằm giới thiệu cho học sinh những kiến thức cần thiết về vật liệu, những tính chất quan trọng của nó, liên quan tới việc lựa chọn và tính toán kết cấu.

I. PHÂN LOẠI VẬT LIỆU XÂY DỰNG

Vật liệu xây dựng được phân loại theo nhiều cách, tuỳ theo yêu cầu cụ thể, thường được phân loại theo hai cách chính: theo bản chất và theo nguồn gốc.

Vật liệu xây dựng phân loại theo bản chất gồm ba loại chính: vật liệu vô cơ, vật liệu hữu cơ và vật liệu kim loại. Để dễ dàng trong việc học tập, người ta thường phân loại như sau:

- Vật liệu đá thiên nhiên: đá hộc, đá phiến.
- Vật liệu đá nhân tạo (chế phẩm đất nung) như gạch, ngói, ống sành, hạt gốm,...
- Các chất kết dính vô cơ như vôi, vôi thuỷ, xi măng, ... và các vật liệu hỗn hợp chế bằng các chất đó như bê tông, vữa.
- Các chất kết dính hữu cơ như bitum, keo bitum, gudrông và các vật liệu hỗn hợp chế bằng các thứ đó như vữa bitum, keo bitum, bê tông bitum, ...
- Các vật liệu không nung: gạch, ngói không nung, tấm fibrô xi măng.
- Vật liệu gỗ.
- Vật liệu kim loại.

1. Vật liệu đá thiên nhiên

Từ lâu loài người đã biết dùng đá thiên nhiên xây móng nhà, đường sá, cầu cống, ..., các công trình thuỷ lợi. Ngày nay tuy bê tông và bê tông cốt thép là

loại vật liệu xây dựng phổ biến, nhưng đá vẫn được dùng để xây dựng các công trình thuỷ lợi vừa và nhỏ. Sở dĩ vậy vì đá có mặt khắp mọi miền, độ bền cao, giá thành hạ, thi công nhanh và đảm bảo ổn định cho các công trình, do đó nó được sử dụng rộng rãi. Tuy nhiên đá cũng có nhược điểm là gia công khó, tốn nhiều công sức, nên chỉ sử dụng ở các công trình như đập đá đổ, đập bằng đá hộc (vì chỉ dùng đá thô). Đá tự nhiên có ba loại: đá mác ma, đá trầm tích, đá biến chất.

1.1. Đá mác ma

Đá mác ma là do mác ma nóng chảy từ lòng trái đất phun ra, nguội đi tạo thành. Các khoáng vật tạo thành đá mác ma chủ yếu gồm: thạch anh, phenpát, micen và khoáng vật màu sẫm, ...

Thạch anh là một loại ôxít silic (SiO_2 kết tinh), cường độ cao, độ cứng lớn. Ở nhiệt độ cao, thể tích thạch anh nở nhiều (1,5%), do đó một số đá mác ma (như granít) không chịu được nhiệt độ cao.

Phenpát là thành phần khoáng vật chủ yếu trong đá mác ma (chiếm 2/3 tổng khối lượng đá mác ma). So với thạch anh thì tính bền, cường độ, độ cứng thấp hơn thạch anh. Phenpát bị phá hoại khi nhiệt độ thay đổi và khi chịu tác động của nước có CO_2.

Mica đặc tính dễ tách thành phiến mỏng,. mềm, có tính đàn hồi. Khi thành phần mica quá nhiều thì cường độ và độ bền của đá giảm.

Khoáng vật màu sẫm có cường độ cao, dai và bền. Khi thành phần màu sẫm nhiều thì tính chất cơ học của đá tăng.

Đá mác ma thường dùng trong xây dựng gồm các loại sau:

- Đá granít: chắc, cường độ chịu nén lớn (1200 ÷ 2500KG/cm^2), khối lượng thể tích 2600Kg/m^3, độ hút nước nhỏ (dưới 1%), độ cứng 6 ÷ 7. Trong xây dựng dùng ốp lát, xây tường, trụ, ...

- Đá dirôrit: màu tro sẫm, khối lượng thể tích 2900 ÷ 3300 Kg/m^3, cường độ chịu nén khoảng 200 ÷ 3500KG/cm^2. Có khả năng chống phong hoá cao, nên có thể dùng trong các công trình thuỷ công.

- Đá gabarô: màu tro sẫm tối đen, có thể mài nhẵn, dùng làm vật liệu trang trí trong công trình kiến trúc cao cấp. Khối lượng thể tích 2900 ÷ 3500 Kg/m^3, cường độ chịu nén 2000 ÷ 2800KG/cm^2. Tính dòn, khó gia công.

- Đá bazan là loại đá nặng nhất, có thành phần khoáng vật giống đá gabarô. Khối lượng thể tích 2900 ÷ 3500Kg/m^3, cường độ chịu nén biến đổi trong

phạm vi rất lớn từ 100 ÷ 5000KG/cm^2. Độ cứng cao, dòn, khó gia công, khả năng chống phong hoá rất cao. Thường đá bazan dùng làm cốt liệu bê tông, lát đường. Đá bazan đúc có cường độ tới 8000KG/cm^2.

- Đá andêzít, cấu tạo dạng poocphia màu tro, vàng, hồng, ..., khả năng hút nước lớn, cường độ chịu nén 1200 ÷ 2400KG/cm^2, chịu được axít, nên dùng làm cốt liệu bê tông chống axít.

1.2. Đá trầm tích

Là loại rất thông dụng, phân bố trên mặt đất, tuy không rắn và bền như đá mác ma nhưng trữ lượng nhiều và dễ gia công nên được dùng nhiều trong xây dựng.

Căn cứ vào điều kiện hình thành, đá trầm tích được chia thành các loại:

- Đá trầm tích hạt rời: Là sản phẩm phong hoá của nhiều loại đá tạo nên, do đó thành phần khoáng phức tạp. Có loại hạt rời như cát, sỏi; có loại hạt gắn với nhau như sa thạch, cuội kết.

- Đá trầm tích hoá học: Do lắng kết các chất hoà tan trong nước, hạt nhỏ. Loại này gồm đá vôi manhêzít, đá đôlômít, thạch cao, ...

- Đá trầm tích hữu cơ: Do xác các sinh vật chết lắng trong nước tạo thành như đá vôi, đá vôi vỏ sò, đá điatômít, ...

Thành phần khoáng vật chủ yếu của đá trầm tích gồm: canxít, đôlômít, manhêzít, ôxít silic không kết tinh, thạch anh, phenpát, ...

Ngoài khoáng vật tạo đá nói trên, trong đá trầm tích còn có một số khoáng vật khác. Các khoáng vật này làm giảm cường độ của đá, nhưng lại có lợi cho việc chế tạo vật liệu kết dính hoặc vật liệu nung. Những khoáng vật đó là đất cao lanh, thạch cao, thạch cao không nước, ...

1.3. Đá biến chất

Ở nhiệt độ và áp suất cao, đá mác ma và đá trầm tích trở thành đá biến chất. Tính chất của đá biến chất do tình trạng biến chất và thành phần của đá trước khi biến chất quyết định. Trong quá trình biến chất do tác động của áp lực và sự tái kết tinh nên đá biến chất thường rắn chắc hơn đá trầm tích. Đặc điểm nổi bật của đá biến chất là quá nửa khoáng vật của nó có cấu tạo dạng lớp song song, dễ tách. Các loại đá biến chất thường dùng trong xây dựng gồm: đá gơ-nai, đá hoa, đá diệp thạch sét và đá quắc zít. Đá hoa có nhiều màu sắc, cường độ chịu nén 1200 ÷ 3000KG/cm^2, dễ gia công và mài nhẵn.

Đá quắc zít do sa thạch tái kết tinh tạo thành, chịu phong hoá tốt, cường độ chịu nén khá cao (4000KG/cm^2). Đá quắc zít thường dùng xây trụ cầu, làm đá hộc, nguyên liệu sản xuất gạch chịu lửa, ...

2. Vật liệu gốm xây dựng

Vật liệu gốm xây dựng được sản xuất từ đất sét, tạo hình và nung ở nhiệt độ cao. Trong xây dựng hiện đại, vật liệu gốm được dùng trong nhiều chi tiết của công trình: kết cấu nhà từ khối xây, ốp tường, lát nền, ... Các sản phẩm sứ vệ sinh và đồ dùng gia đình. Ưu điểm chính của vật liệu gốm là độ bền và tuổi thọ cao. Sản xuất đơn giản, giá thành hạ.

Theo công dụng vật liệu gốm chia ra: vật liệu xây dựng (các loại gạch), vật liệu lợp (ngói), vật liệu lát (lát nền, vỉa hè, ...), vật liệu ốp, sản phẩm kỹ thuật vệ sinh, sản phẩm cách nhiệt, cách điện, ...

Theo cấu tạo vật liệu gốm chia ra:

- Gốm đặc (độ hút nước < 5%) có loại tráng men và không tráng men.
- Gốm rỗng (độ hút nước > 5%).

2.1. Gạch đất sét nung

* Gạch đất sét nung gồm có hai loại: loại đặc và loại rỗng. Theo tiêu chuẩn Việt Nam (TCVN 1451 - 1998) có kích thước như sau:

- Gạch đặc 60: 220 × 105 × 60mm.
- Gạch đặc 45: 190 × 80 × 45mm và 190 × 90 × 45mm.

Sai lệch viên gạch về kích thước không được vượt quá: chiều dài ± 6mm, chiều rộng ± 4mm, chiều dầy ± 3mm (đối với gạch đặc 60) và ± 2mm (đối với gạch đặc 45).

Mác gạch theo cường độ chịu nén và uốn được phân thành 50, 75, 100, 125, 150, 200 phải phù hợp với số liệu bảng 1.1.

Bảng 1.1. Cường độ nén và uốn

Đơn vị tính bằng MPa ($10^5 N/m^2$)

Mác gạch	Nén		Uốn	
	Trung bình cho 5 mẫu thử	Nhỏ nhất cho 1 mẫu thử	Trung bình cho 5 mẫu thử	Nhỏ nhất cho 1 mẫu thử
M200	20 (200)	15 (150)	3,4 (34)	1,7 (17)

M150	15 (150)	12,5 (125)	2,8 (28)	1,4 (14)
M125	12,5 (125)	10 (100)	2,5 (25)	1,2 (12)
M100	10 (100)	7,5 (75)	2,2 (22)	1,1 (11)
M75	7,5 (75)	5 (50)	1,8 (18)	0,9 (9)
M50	5 (50)	3,5 (35)	1,6 (16)	0,8 (8)

Khối lượng thể tích 1700 ÷ 1900Kg/m^3. Độ hút nước < 8% ÷ 18%. Gạch có màu nâu tươi đều. Độ cong mặt đáy < 4mm, mặt bên < 1mm.

* Gạch rỗng đất sét nung.

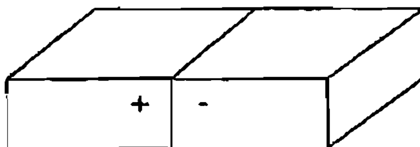
Theo tiêu chuẩn TCVN 1450 - 1980 qui định kích thước cơ bản của loại gạch này như trong bảng 1.2.

Bảng 1.2. Kích thước viên gạch rỗng đất sét nung

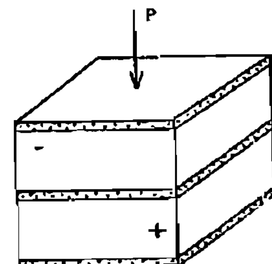
Kích thước tính bằng mm

Tên kiểu gạch	Dài	Rộng	Dày
Gạch rỗng 60	220	105	60
Gạch rỗng 90	190	90	90
Gạch rỗng 105	220	105	105

Số lượng gạch để xác định giới hạn cường độ nén của gạch là 5 mẫu. Mẫu xác định như sau: cưa đôi viên gạch, hai nửa viên gạch chồng lên nhau, gắn bằng vữa xi măng có độ dày < 5mm (hai đầu cắt nằm ở 2 phía khác nhau). Trát vữa xi măng hai mặt trên < 3mm. Bảo dưỡng mẫu trong 3 ngày đêm và đem thử.



Hình 1.1. Viên gạch cưa đôi



Hình 1.2. Mẫu xác định cường độ nén của gạch

Cường độ nén của mẫu xác định theo

$$R_n = \frac{P}{F} \text{ (KG/cm}^2\text{);}$$

Trong đó: P - tải trọng phá huỷ mẫu(KG/ cm^2)

F - diện tích mặt ép của mẫu thử.

Mẫu thử để xác định cường độ chịu uốn làm bằng viên gạch nguyên: Mặt trên trát một dải vữa xi măng ở giữa. Mặt dưới trát hai dải ở hai đầu thử, rộng (20 - 30 mm). Bảo dưỡng 3 ngày đêm và đem thử.

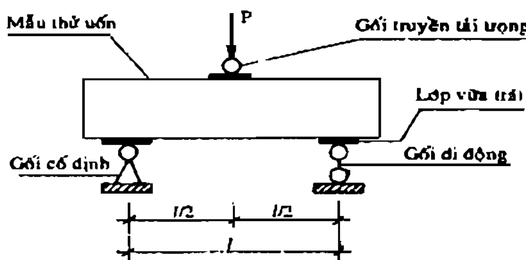
Cường độ uốn của mẫu h^2

$$R_u = \frac{3Pl}{2bh^2} \text{ (KG/cm}^2\text{)}$$

Trong đó:

l - khoảng cách giữa hai gối tựa

h, b - chiều dày và chiều rộng của mẫu



Hình 1.3. Mẫu thử uốn

Bảng 1.3. Cường độ nén và uốn

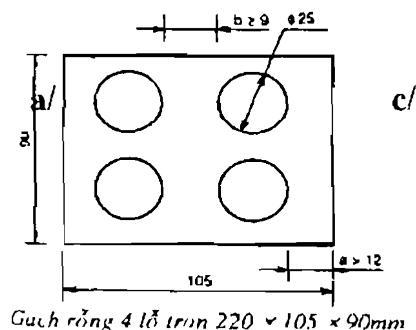
Đơn vị tính bằng MPa (10^5 N/m^2)

Mác gạch	Cường độ nén		Cường độ uốn	
	Trung bình cho 5 mẫu thử	Nhỏ nhất cho 1 mẫu thử	Trung bình cho 5 mẫu thử	Nhỏ nhất cho 1 mẫu thử
125	12,5 (125)	10 (100)	1,8 (18)	0,9 (9)
100	10 (100)	7,5 (75)	1,6 (16)	0,8 (8)
75	7,5 (75)	5 (50)	1,4 (14)	0,7 (7)
50	5 (50)	3,5 (35)	1,4 (14)	0,7 (7)

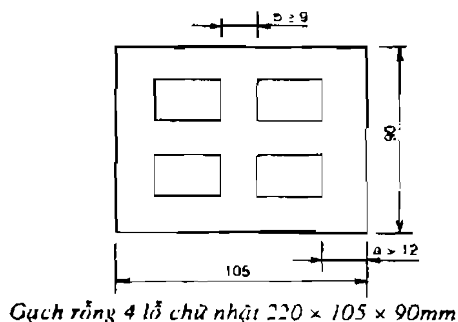
Đối với gạch có độ rỗng > 38%, các lỗ rỗng nằm ngang				
50	5 (50)	3,5 (35)	—	—
35	3,5 (35)	2,5 (25)	—	—

Gạch rỗng phải có dạng hình hộp chữ nhật, các khuyết tật yêu cầu không được vượt quá số lượng qui định.

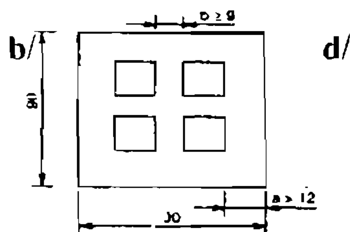
Khối lượng thể tích viên gạch rỗng không quá 1600Kg/m^3. Độ bền nén và uốn của viên gạch xác định theo TCVN 246 - 1986 và TCVN 247 - 1986, độ hút nước theo TCVN 248 -1986, khối lượng thể tích theo TCVN 249 - 1986.



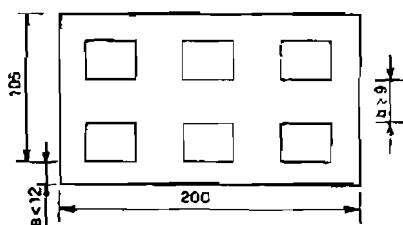
Gạch rỗng 4 lỗ tròn 220 × 105 × 90mm



Gạch rỗng 4 lỗ chữ nhật 220 × 105 × 90mm



Gạch rỗng 4 lỗ vuông 190 × 90 × 90mm



Gạch rỗng 6 lỗ chữ nhật 220 × 105 ×200mm

Hình 1.4. Gạch nhiều lỗ rỗng.

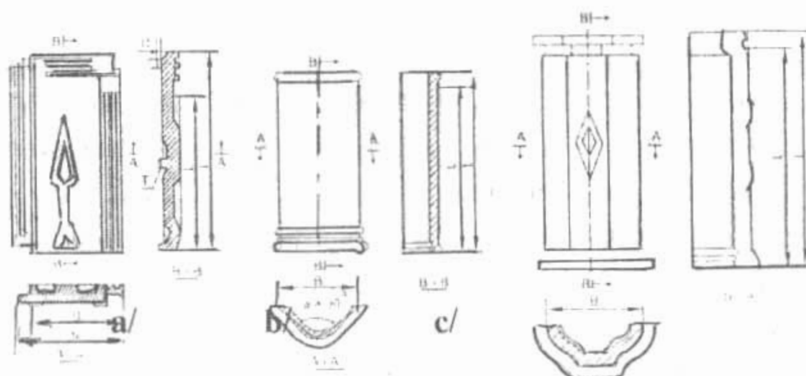
a - Gạch rỗng 4 lỗ tròn 220×105×90mm; b - Gạch rỗng 4 lỗ vuông 190×90×90mm; c - Gạch rỗng 4 lỗ chữ nhật 220×105×90mm; d - Gạch rỗng 6 lỗ chữ nhật 220×105×200mm

2.2. Ngói đất sét nung

Ngói đất sét nung có hai loại: ngói lợp và ngói úp. Kiểu và kích thước của ngói cho trong bảng 1.4. Ngói trong cùng một lô phải đồng đều về màu sắc. Các chỉ tiêu cơ lý: tải trọng uốn gẫy theo chiều rộng viên ngói, không nhỏ hơn 35N/cm^2, độ hút nước không lớn hơn 16%, khối lượng 1m^2 ngói ở trạng thái bão hoà nước < 55 Kg.

Bảng 1.4

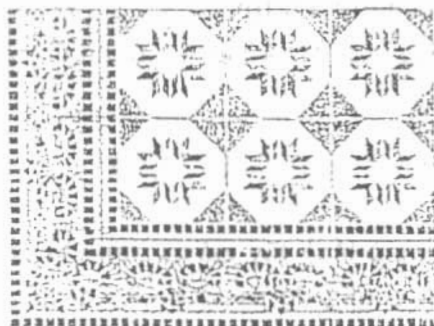
Kiểu ngói	Kích thước đủ		Kích thước có ích	
	Chiều dài l	Chiều rộng b	Chiều dài L	Chiều rộng B
Ngói lợp	340	205	250	180
—	335	210	260	170
Ngói úp	360	—	333	150
—	450	—	245	200



Hình 1.5. Kiểu và kích thước cơ bản của ngói

2.3. Gạch gốm ốp lát

Gạch gốm ốp lát có độ xốp nhỏ, độ bền cơ học cao, chống mài mòn. Bề mặt gạch phủ một lớp men. Theo hình dáng các loại: vuông, chữ nhật, tam giác, lục giác, ...



Hình 1.6. Gạch gốm ốp lát

3. Chất kết dính vô cơ

Chất kết dính vô cơ ở dạng bột, trộn với nước hoặc dung môi tạo thành hồ dẻo, sau đó chuyển sang trạng thái đá. Người ta dùng chúng để gắn các loại vật liệu rời rạc. Chất kết dính vô cơ gồm 2 loại: loại rắn trong không khí và loại rắn trong nước. Vôi rắn trong không khí là vôi cục, khi sử dụng được tôi trong nước và trộn với các phụ gia khác (cát). Trong xây dựng thường dùng vôi nhuyễn và vôi sữa. Sử dụng vôi chín đơn giản, nhưng cường độ chịu lực thấp.

Loại vật liệu rắn trong nước như vôi thuỷ, xi măng poóclăng.

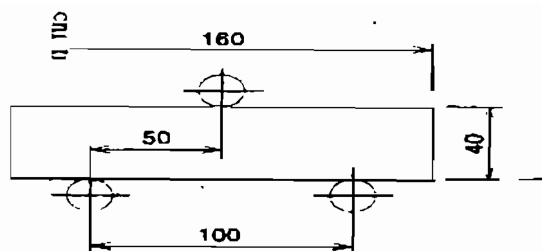
Xi măng poóclăng là chất kết dính rắn trong nước chứa 70 - 80% silicát canxi, nên gọi là xi măng silicát. Khối lượng riêng của xi măng poóclăng 3,05 ÷ 3,15g/cm^3, khối lượng thể tích 1100 ÷ 1300 Kg/m^3. Theo tiêu chuẩn Việt Nam TCVN 2682 - 1999 qui định: Thời gian bắt đầu đông kết không được sớm hơn 45 phút và thời gian kết thúc đông kết không được chậm hơn 375 phút.

Theo TCVN 6016 - 1995 mác của xi măng được xác định theo cường độ chịu uốn của các mẫu hình dầm 40 × 40 × 160 mm và cường độ chịu nén của các nửa mẫu hình dầm sau khi uốn, mẫu bảo dưỡng theo tiêu chuẩn 1 ngày trong khuôn ở 27 ± 1^{0}C, độ ẩm > 90%, 27 ngày sau trong nước ở 27 ± 1^{0}C. Ta có các mác sau: PC 30, PC 40, PC 50. Trị số 30, 40, 50 là giới hạn bền nén sau 28 ngày tính bằng N/mm^2 theo TCVN 6016 - 1995.

Mác xi măng được xác định theo Tiêu chuẩn Việt Nam là phương pháp dẻo. Người ta đúc các mẫu thử lăng trụ tiêu chuẩn (dầm) là 40 × 40 × 160mm bằng vữa xi măng cát (tỉ lệ 1:3) theo khối lượng. Tỉ lệ nước/ximăng bằng 0,5. Lượng vật liệu cho một mẻ trộn (450 ± 2)g xi măng, (1350 ± 5)g cát và (225 ± 1)g nước. Mẫu được giữ ẩm trong 24 ± 2 giờ rồi lấy ra ngâm vào nước. Thể tích nước trong thùng gấp 3 - 4 lần thể tích các mẫu thử. Luôn giữ nước cao hơn mặt mẫu 5cm.

Cường độ chịu nén của mẫu ép: $R_n = \frac{P}{F} = \frac{P}{1600}$ (N/mm^2).

Nén nhiều lần (khoảng 6 lần), lấy giá trị trung bình và so sánh với các mác xi măng qui định. Ví dụ cường độ trung bình khi nén mẫu là 34 N/mm^2. So sánh ta có mác xi măng tương ứng là PC - 30.



Hình 1.7. Sơ đồ uốn mẫu

4. Vật liệu hữu cơ

Vật liệu gỗ thiên nhiên được dùng rộng rãi trong xây dựng: làm ván khuôn, làm cửa và đồ đạc....gỗ có đặc điểm là hút ẩm và có độ co ngót, độ trương nở cao. Hệ số dẫn nhiệt của gỗ là 0,14 ÷ 0,26 Kcal/m^0.C.h

Tính chất cơ học của gỗ phụ thuộc vào độ ẩm của gỗ. Khi xác định cường độ ở độ ẩm bất kỳ phải hiệu chỉnh về độ ẩm tiêu chuẩn (σ^{18})

$$\sigma^{18} = \sigma^{W}\{1 + \alpha(W - 18)\}$$

Trong đó:

α - hệ số hiệu chỉnh độ ẩm;

Cường độ chịu nén dọc thớ

$$\sigma_{n} = \frac{P_{max}}{F} \text{ (KG/cm}^2\text{);}$$

Trong đó:

P_{max} - tải trọng lớn nhất, vật liệu bị phá hoại (KG);

F - tiết diện chịu nén (cm^2).

Cường độ chịu kéo dọc thớ lớn hơn nén dọc. Cường độ chịu kéo xuyên tâm rất thấp. Cường độ uốn của gỗ khá cao

$$\sigma_{u} = \frac{M}{W}$$

Trong đó: W^0 - mô men chống uốn (cm^3);

M - mô men uốn (KG.cm);

Gỗ được phân loại theo thể tích

Bảng 1.5

Nhóm	Khối lượng thể tích (g/cm^3)
I	Từ 0,86 trở lên
II	0,73 ÷ 0,85
III	0,62 ÷ 0,72
IV	0,55 ÷ 0,61
V	0,5 ÷ 0,54
VI	Từ 0,49 trở xuống

5. Vật liệu thép

Trong xây dựng chủ yếu dùng thép cacbon và thép hợp kim thấp. Thành phần chủ yếu của thép cacbon là Fe và C; ngoài ra còn một số nguyên tố khác.

Thép cacbon thường theo tiêu chuẩn Việt Nam chia làm 3 loại A,B,C.

Thép loại A chỉ qui định về cơ tính:

Ví dụ thép CT 31 có giới hạn bền ≥310;

CT 33 có giới hạn bền 320 ÷ 420;

CT 42 có giới hạn bền 420 ÷ 540;

Thép loại B chỉ qui định về thành phần hoá học.

Ví dụ: BCT 31 có 0,235%C, (0,25 - 0,5)% Mn, S < 0,06%, P < 0,07%

Thép loại C qui định cả về thành phần cơ tính lẫn thành phần hoá học (cơ tính như loại A, thành phần hoá học như loại B);

Dây thép cacbon thấp kéo nguội dùng làm cốt thép cho bê tông có đường kính từ Φ3mm đến Φ10 sản xuất từ thép cacbon thấp CT31, CT33, CT34, CT38, BCT31, BCT38.

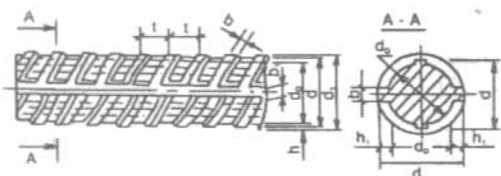
Thép tròn cán nóng mặt ngoài có gân hoặc tròn dùng làm thép cốt chia làm 4 nhóm:

+ Thép cốt nhóm CI, loại tròn nhẵn(TCVN 1765-1975)

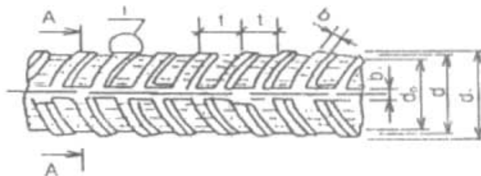
+ Thép cốt nhóm CII, CIII, IV thép tròn mặt ngoài có gân

+ Thép cốt nhóm CII, đường kính 10 - 40 mm chế tạo từ thép cacbon mác CCT - 51 có gờ xoắn như nhau cả hai phía.

+ Thép cốt nhóm CIII, có gờ xoắn khác nhau, đường kính Φ10 chế tạo từ thép mác 25Mn2Si, 35MnSi...



Hình 1.8. Thép cốt nhóm C II



Hình 1.9. Thép cốt nhóm C III

II. TÍNH CHẤT CƠ LÝ CỦA VẬT LIỆU

1. Các thông số trạng thái

- Khối lượng riêng của vật liệu là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái đặc hoàn toàn và ký hiệu là ρ

$$\rho = \frac{G}{V} \text{ (gam/cm}^3\text{; kg/l; T/m}^3\text{)}$$

Trong đó: G - Khối lượng của vật liệu ở trạng thái khô (g, kg,T)

V - Thể tích vật liệu đặc (cm^3, l, m^3)

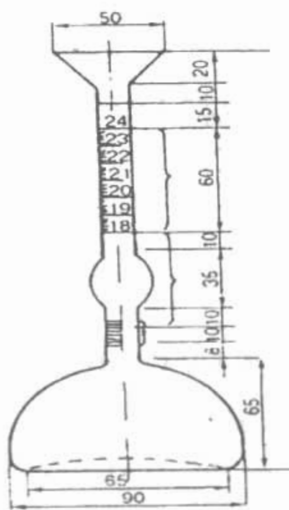
Tuỳ theo từng loại vật liệu mà có các phương pháp xác định khối lượng riêng khác nhau. Đối với vật liệu hoàn toàn đặc, thì xác định bằng cách cân và đo mẫu thí nghiệm. Đối với các vật liệu rỗng thì phải nghiền đến cỡ hạt <0,2mm. Cân khối lượng vật liệu được G_1, cho bột vật liệu vào bình tỉ trọng, ta có chất lỏng trong bình là V_1; sau khi cho bột vật liệu vào, mức chất lỏng dâng lên V_2, đem cân lượng bột vật liệu ta được G_2

Thì $$\rho = \frac{G_1 - G_2}{V_2 - V_1} \text{ (g/cm}^3\text{)}$$

Cần chú ý, chất lỏng dùng làm thí nghiệm phải không có phản ứng hoá học với vật liệu. Khối lượng riêng của vật liệu phụ thuộc vào thành phần cấu tạo vi mô của nó. Khối lượng riêng của vật liệu biến đổi trong phạm vi hẹp, đặc biệt những vật liệu có khối lượng riêng tương tự nhau.

- Khối lượng thể tích

Khối lượng thể tích của vật liệu là khối lượng của một đơn vị thể tích vật liệu ở trạng thái tự nhiên (kể cả lỗ rỗng).



Hình 1.10. Bình tỉ trọng

$$\rho_v = \frac{G}{V_v} \text{ (gam/cm}^3\text{; kg/l; T/m}^3\text{)}$$

Trong đó:

G - Khối lượng của vật liệu ở trạng thái khô (g, kg,T).

V_v - Thể tích tự nhiên của vật liệu (cm^3, lít, m^3).

Xác định G bằng cách cân. Còn V_v thì tuỳ loại vật liệu ta dùng theo cách sau:

Vật liệu có kích thước hình học rõ ràng - dùng cách đo.

Vật liệu không có kích thước rõ ràng - dùng cách chiếm chỗ trong chất lỏng.

Vật liệu rời (xi măng, cát, sỏi...) thì đổ vật liệu từ chiều cao xác định xuống 1 ca có thể tích biết trước.

Khối lượng thể tích phụ thuộc vào vật liệu, cấu tạo của vật liệu... Dựa vào khối lượng của vật liệu có thể phán đoán một số tính chất của nó như cường độ, độ rỗng...

- Độ đặc là tỉ số giữa khối lượng thể tích đặc và khối lượng thể tích tự nhiên của vật liệu

$$đ = \frac{\rho_v}{\rho} \cdot 100\,\%$$

- Độ rỗng là thể tích rỗng (V_r) chứa trong một đơn vị thể tích tự nhiên(V_v)

$$r = \frac{V_r}{V_v}$$

Trong đó $V_r = V_v - V$ do đó

$$r = \frac{V_v - V}{V_v} = 1 - \frac{V}{V_v} = 1 - \frac{\rho_v}{\rho}$$

hoặc $$r = \left(1 - \frac{\rho_v}{\rho}\right) \cdot 100\%$$

Lỗ rỗng trong vật liệu gồm hai loại: lỗ rỗng kín và lỗ rỗng hở.

Lỗ rỗng kín cách nhiệt tốt; lỗ rỗng hở là lỗ rỗng thông với môi trường bên ngoài; hút ẩm và hút nước cao.

Ví dụ: Gạch đất sét đặc $r = 15 \div 20\%$

Gạch đất sét rỗng $r = 30 \div 50\%$

Bê tông nặng $r = 5 \div 10\%$

Kính $r = 0\%$

Ta có nhận xét tương quan giữa độ đặc và độ rỗng. Vật liệu đặc hoàn toàn $\rho = \rho_v$ do đó $đ = 1$; $r = 0$... Vật liệu rỗng $\rho_v < \rho$ do đó $đ < 1$ và $r > 0$.

2. Những tính chất của vật liệu liên quan đến môi trường nước

Vật liệu luôn chứa một lượng nước nhất định. Nước trong vật liệu xây dựng chia làm 3 loại: nước hoá học, nước hoá lý và nước cơ học.

Nước hoá học tham gia vào thành phần của vật liệu, bay hơi ở nhiệt độ cao ($> 500^0$C). Tính chất của vật liệu sẽ thay đổi khi lượng nước này mất đi.

Nước hoá lý là loại nước liên kết bền vững với vật liệu, rất khó bay hơi.

Nước cơ học hay còn gọi là nước tự do, tồn tại trong vật liệu ở dạng lỏng, rất dễ bay hơi dưới tác dụng của nhiệt. Sự thay đổi nước cơ học không làm thay đổi tính chất của vật liệu.

+ Độ ẩm

Độ ẩm là tỉ số giữa khối lượng nước có tự nhiên trong vật liệu với khối lượng khô của vật liệu

$$W = \frac{G_N}{G_K} \cdot 100\% = \frac{G_A - G_K}{G_K} \cdot 100\%$$

Trong đó:

G_N - Khối lượng nước có trong vật liệu $G_N = G_A - G_K$

G_A, G_K - Khối lượng vật liệu ẩm và khô.

Xác định độ ẩm của vật liệu bằng cách: lấy mẫu vật liệu đem cân (G_A) cho vào tủ sấy, sấy ở nhiệt độ 105 - 110^{0}C trong khoảng thời gian xác định. Trước khi kết thúc sấy, cân vật liệu đang sấy một số lần, nếu khối lượng không đổi có nghĩa là vật liệu đã khô tuyệt đối (G_K). Độ ẩm vật liệu phụ thuộc vào độ ẩm tương đối của không khí. Độ ẩm tăng, thể tích vật liệu tăng, khả năng thu nhiệt tăng, cách nhiệt giảm.

- Độ hút nước là khả năng hút và giữ nước trong điều kiện bình thường, khi ngâm vật liệu vào nước ở nhiệt độ $20^0 \pm 5^0$C

Độ hút nước được xác định theo khối lượng và theo thể tích.

Độ hút nước theo khối lượng (%)

$$H_m = \frac{G_u - G_K}{G_K} .100\%$$

Trong đó:

G_u - Khối lượng mẫu ướt.

G_K - Khối lượng mẫu khô.

Độ hút nước theo thể tích:

$$H_t = \frac{G_u - G_K}{V_v \cdot \rho_n} \cdot 100\%$$

Trong đó: ρ_n - Khối lượng riêng của nước.

Để xác định độ hút nước của vật liệu, ta lấy mẫu đã sấy khô đem cân được G_k; sau đó ngâm vào nước cho tới khi vật liệu hút no nước ta có G_u. Xác định độ hút nước theo khối lượng hay theo thể tích bằng các công thức trên.

Ví dụ độ hút nước của bêtông nặng 2 - 4%, gạch đất sét 8 - 20%

- Độ bão hoà nước

Độ bão hoà nước là độ hút nước cực đại của vật liệu trong điều kiện cưỡng bức (bằng nhiệt độ hay áp suất).

Độ bão hoà nước theo khối lượng

$$H_{mbh} = \frac{G_{ubh} - G_K}{G_K} \cdot 100\%$$

Độ bão hoà nước theo thể tích

$$H_{vbh} = \frac{G_{ubh} - G_K}{V_v \cdot \rho_n} \cdot 100\%$$

Để đặc trưng cho độ bền nước của vật liệu, người ta dùng hệ số mềm K_m thông qua cường độ của mẫu bão hoà nước R_{bh} và cường độ khô R_K

$$K_m = \frac{R_{bh}}{R_K}$$

Giá trị của K = 0 - 1. Vật liệu có K > 0,75 là vật liệu chịu nước, có thể dùng cho các công trình dưới nước.

- Tính thấm nước

Tính thấm nước của vật liệu là tính chất để cho nước thấm qua khi có độ chênh lệch áp suất. Mức độ thấm nước của vật liệu phụ thuộc vào bản chất của vật liệu, độ rỗng, áp lực của nước lên vật liệu. Vật liệu càng rỗng thì tính thấm nước càng cao.

3. Những tính chất của vật liệu liên quan đến nhiệt

- Tính dẫn nhiệt

Tính dẫn nhiệt của vật liệu là khả năng truyền nhiệt từ nơi có nhiệt độ cao sang nơi có nhiệt độ thấp

Nhiệt truyền qua vật liệu, xác định theo công thức:

$$Q = \frac{\lambda}{a}.F.\Delta t.\tau \quad (W)$$

Trong đó:

λ - Hệ số dẫn nhiệt của vật liệu;

F - Diện tích mặt trao đổi nhiệt (m^2)

a - Chiều dầy tấm vật liệu (m)

$\Delta t = (t_1 - t_2)$ hiệu nhiệt độ giữa hai mặt tấm vật liệu (^0C)

τ - Thời gian truyền nhiệt (h)

Hệ số dẫn nhiệt phụ thuộc nhiều yếu tố: loại vật liệu, độ rỗng, độ ẩm...

Trong thực tế hệ số dẫn nhiệt là cơ sở lựa chọn kết cấu bao che. Tính toán kết cấu để bảo vệ các thiết bị nhiệt.

Bê tông nặng λ = 1 - 1,3 Kcal/m.^{0}C.h

Gỗ λ = 0,15 - 0,2 Kcal/m.^{0}C.h

Gạch đất sét đặc λ = 0,5 - 0,7 Kcal/m.^{0}C.h

- Nhiệt dung và nhiệt dung riêng

Nhiệt dung là nhiệt lượng mà vật thu vào khi đun nóng, xác định theo:

$Q = C.G.(t_2 - t_1)$ Kcal

Trong đó: G - Khối lượng vật liệu (Kg)

$\Delta t = (t_2 - t_1)$ - Hiệu nhiệt độ vật liệu trước và sau khi đun (^0C)

C - Nhiệt dung riêng (Kcal/kg.^{0}C)

Nhiệt dung riêng là nhiệt cần thiết để nâng nhiệt độ của vật liệu lên một độ.

Nhiệt dung riêng của vật liệu vô cơ từ (0,75 - 0,92) Kcal/kg.^{0}C, của gỗ là 0,7 Kcal/kg.^{0}C, nước có nhiệt dung riêng lớn nhất là 1 Kcal/kg.^{0}C.

Nhiệt dung riêng của vật liệu liệu ẩm

$$C_W = \frac{C_k + 0{,}01.W.C_n}{1 + 0{,}01.W}$$

Trong đó:

C_K, C_n, C_W - nhiệt dung riêng của vật liệu khô, của nước và của vật liệu có độ ẩm W.

- Tính chống cháy và tính chịu lửa.

Tính chống cháy là khả năng vật liệu chịu được tác động của ngọn lửa trong khoảng thời gian nhất định. Tính chống cháy phân thành 3 nhóm: vật liệu khó cháy, vật liệu không cháy và vật liệu dễ cháy.

Tính chịu lửa là tính chất của vật liệu chịu được tác động lâu dài của ngọn lửa mà không bị biến hình. Vật liệu loại này được phân thành 3 nhóm: vật liệu chịu lửa (chịu được nhiệt độ > 1580^0C), vật liệu khó chảy ($1350 - 1580^0C$) và vật liệu dễ chảy (<1350^0C).

4. Cường độ chịu lực

4.1. Tính biến dạng của vật liệu

Vật liệu chịu tác dụng của ngoại lực, hình dáng và kích thước sẽ thay đổi. Quá trình đó gọi là quá trình biến dạng của vật liệu. Có hai loại biến dạng: biến dạng đàn hồi và biến dạng dẻo. Biến dạng đàn hồi là biến dạng khi ngừng tác động của ngoại lực, thì vật liệu sẽ quay về trạng thái ban đầu. Nếu vật liệu không quay về trạng thái ban đầu hoàn toàn (biến dạng dư) ta gọi là biến dạng dẻo. Khi đó kích thước và hình dáng có sự thay đổi. Tính đàn hồi đặc trưng bằng môđun đàn hồi E.

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon_{dh}}$$

Trong đó:

σ - Ứng suất KG/cm^2;

ε_{dh} - Biến dạng đàn hồi

Biến dạng đàn hồi xác định bằng biến dạng tương đối, là tỉ số giữa biến dạng tuyệt đối Δl so với chiều dài ban đầu l:

$$\varepsilon_{td} = \frac{\Delta l}{l}$$

4.2. Cường độ chịu lực

Cường độ là khả năng của vật liệu chống lại sự phá hoại của ứng suất gây ra do ngoại lực hoặc các điều kiện khác.

Cường độ của vật liệu xác định bằng cường độ giới hạn R ở một dạng biến dạng cho trước. Có hai phương pháp xác định: phương pháp phá hoại và phương pháp không phá hoại.

- Phương pháp phá hoại - Cho lực tác dụng vào mẫu tiêu chuẩn cho tới khi bị phá hoại.

Ví dụ: Mẫu bê tông lập phương $20 \times 20 \times 20cm$; $30 \times 30 \times 30cm$.

Mẫu đá thiên nhiên 5 x 5 x 5cm

Mẫu gỗ a x h = 2 x 3cm

Cường độ chịu kéo tính theo công thức: $R_K = \frac{P}{F}$ (KG/cm²);

Cường độ chịu nén tính theo công thức: $R_n = \frac{P}{F}$ (KG/cm²);

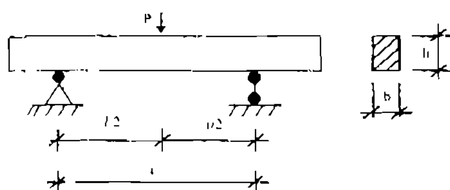
Trong đó: P - lực kéo hoặc nén đã phá hoại mẫu (KG);

F - Tiết diện chịu kéo hoặc nén (cm²);

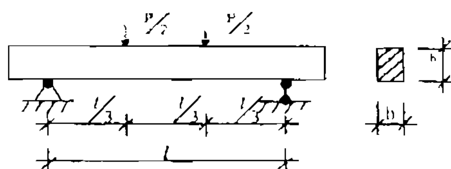
Cường độ chịu uốn (sơ đồ 1)

$$R_u = \frac{3.P.l}{2.b.h^2}$$

Ví dụ: Mẫu xi măng 4 ×4 ×16 cm; Mẫu gạch 10,5 ×6 ×22cm.



Hình 1.11. Sơ đồ 1



Hình 1.12. Sơ đồ 2

Cường độ chịu uốn (sơ đồ 2)

$$R_u = \frac{P.l}{b.h^2} \quad (KG/cm^2)$$

Ví dụ: Mẫu bê tông 15 x 15 x 60 cm

Mẫu gỗ 2×2×30 cm

Trong các công thức trên ký hiệu

L - là khoảng cách giữa hai gối tựa.

b, h - chiều rộng và cao của dầm.

- Phương pháp không phá hoại.

Phương pháp này tiện lợi xác định cường độ của cấu kiện trong công trình. Cường độ vật liệu được đánh giá gián tiếp bằng tốc độ truyền sóng siêu âm qua nó.

4.3. Độ cứng

Độ cứng là tính chất của vật liệu chống lại tác dụng đâm xuyên của vật liệu khác cứng hơn. Độ cứng của vật liệu đánh giá bằng bảng thang Morh; gồm 10 khoáng vật mẫu có độ cứng tăng dần.

Bảng 1.6

Chỉ số độ cứng	Tên mẫu khoáng vật	Đặc điểm độ cứng
1	Tan $Mg_3[Si_4O_{10}][OH]_2$	Rạch dễ dàng bằng móng tay
2	Thạch cao $CaSO_4.2H_2O$	Rạch dễ dàng bằng móng tay
3	Canxit $CaCO_3$	Rạch dễ bằng dao thép
4	Fluorit CaF_2	Rạch bằng dao thép khi ấn nhẹ
5	Apatit $Ca_5(PO_4)_3F$	Rạch bằng dao thép khi ấn mạnh
6	Octocla $K[AlSi_3O_8]$	Làm xước kính
7	Thạch anh SiO_2	Rạch được kính theo mức độ tăng dần
8	Topa $Al_2(SiO_4)(F,OH)_2$	Rạch được kính theo mức độ tăng dần
9	Corindo Al_2O_3	Rạch được kính theo mức độ tăng dần
10	Kim cương C	Rạch được kính theo mức độ tăng dần

4.4. Tính đàn hồi, dẻo, giòn của vật liệu

- Tính đàn hồi là tính chất của vật liệu khi chịu tác dụng của ngoại lực thì biến dạng, khi bỏ tác dụng của ngoại lực thì vật liệu quay về trạng thái ban đầu, hình dạng cũ được phục hồi.

- Tính dẻo: Tính dẻo ngược với tính đàn hồi, khi bỏ ngoại lực, hình dạng cũ không được phục hồi.

- Tính giòn là tính chất của vật liệu khi ngoại lực tác động tới mức nào đó thì bị phá huỷ giòn.

Chương 2

ĐẶC TRƯNG CƠ HỌC CỦA KHỐI XÂY VÀ CẤU KIỆN GẠCH ĐÁ

I. ĐẶC TRƯNG CƠ HỌC CỦA KHỐI XÂY

1. Cường độ tính toán của khối xây

- Cường độ tính toán của khối xây 28 ngày tuổi cho trong các bảng 2.1 đến bảng 2.12; xác định bằng cường độ tiêu chuẩn nhân với hệ số đồng nhất K_{dn} của khối xây.

$$R = K_{dn}.R_{tc}$$

Trong đó: R - Cường độ chịu nén tính toán của khối xây

R_{tc} - Cường độ tiêu chuẩn chịu nén của khối xây

Bảng 2.1. Hệ số đồng nhất của khối xây K_{dn}

Loại khối xây	Trạng thái ứng lực	K_{dn}
1. Tất cả các loại khối xây, trừ loại 2, 3 trong bảng này	Chịu nén dọc trục và chịu uốn	0,5
2. Khối xây gạch nung, bằng khối bê tông lỗ rỗng lớn và bê tông silicát lỗ rỗng tổ ong	Chịu nén dọc trục và chịu uốn	0,4
3. Khối xây bằng những khối lớn bê tông silicát đặc số hiệu > 300 và xi măng lỗ tổ ong	Chịu nén dọc trục và chịu uốn	0,45
4. Tất cả các loại khối xây	Chịu kéo dọc trục, chịu kéo khi uốn, chịu cắt và chịu ứng lực kéo chính	0,45

Các trường hợp sau, cường độ khối xây phải nhân với hệ số điều kiện làm việc m:

- Khi kiểm tra khả năng chịu lực của trụ và tường giữa các cửa sổ có diện tích tiết diện ngang < 0,3 m^2 (m = 0,8);

- Tính các cấu kiện gạch đá có tiết diện tròn, không đặt cốt thép lưới (m = 0,6);

- Tính toán khi tải trọng đặt, khối xây đã khô cứng quá một năm hoặc tải trọng do động đất lấy bằng 1,1 với khối xây chịu nén, chịu kéo, chịu uốn, chịu cắt. Khi cường độ tính toán của khối xây xác định bằng lực dính giữa vữa và gạch đá (vữa xi măng đất sét), bằng 1,2 vữa xi măng vôi.

- Khi xác định cường độ tính toán và các đặc trưng đàn hồi của khối xây chưa khô cứng, ta lấy cường độ vữa bằng 0 hay số hiệu tương đương là 2

2. Mô đun đàn hồi và hệ số ma sát

Mô đun đàn hồi ban đầu E_0 của khối xây gạch đá tính như sau:

- Đối với khối xây không có cốt thép:

$$E_0 = \alpha .R_{tc}$$

Trong đó: α - hệ số đặc trưng đàn hồi của khối xây không đặt cốt thép (Bảng 2.13)

R_{tc} - cường độ chịu nén tiêu chuẩn của khối xây

$$R_{tc} = \frac{R}{K_{dn}}$$

- Đối với khối xây có cốt thép: $E_0 = \alpha_{ct}.R^{ct}_{tc}$

Khi đặt cốt thép dọc: $\alpha_{ct} = \alpha$

Bảng 2.2.

Cường độ chịu nén tính toán R(KG/cm^2) của khối xây bằng khối bê tông đặc cỡ lớn và đá thiên nhiên cưa đẽo kỹ, khi chiều cao mỗi hàng xây 50 - 100cm.

Số hiệu bê tông hoặc đá	Số hiệu vữa			Cường độ chịu nén 0 của vữa
	≥ 50	25	10	
1000	165	158	145	113
800	138	133	123	94

600	114	109	99	73
500	98	93	87	63
400	82	77	74	53
300	65	62	57	44
250	57	54	19	38
200	47	43	40	30
150	39	37	34	24
100	27	26	24	17
75	21	20	18	13
50	15	14	12	8.5
35	11	10	9	6
25	7,5	7	6,5	4

Chỉ dẫn bảng 2.2 đối với khối xây bằng khối lớn. R bằng trị số trong bảng nhân với:

0,8 - nếu khối xây chế tạo bằng khối bê tông tổ ong không có xi măng hoặc bê tông có lỗ rỗng lớn;

0,9 - nếu khối xây bằng khối bê tông tổ ong có xi măng hoặc bê tông silicát số hiệu lớn hơn 300;

1,1 - nếu khối xây bằng khối bê tông nặng đặc hoặc đá thiên nhiên nặng (γ_x > 1800 kG/cm^3);

Bảng 2.3.

Cường độ chịu nén tính toán R (KG/cm^2) của các loại khối xây gạch, gạch gồm có các kê rỗng thẳng đứng rộng tới 12mm và các loại gạch đá khác, khi chiều cao mỗi hàng xây 5 - 15 cm và xây bằng vữa nặng.

Số hiệu gạch đá	**Số hiệu vữa**							**Cường độ chịu nén của vữa**
	100	**75**	**50**	**25**	**10**	**4**	**2**	
300	33	30	28	25	22	18	17	15
200	27	25	22	18	16	14	13	10
150	22	20	18	15	13	12	10	8

125	20	19	17	14	12	11	9	7
100	18	17	15	13	10	9	8	6
75	15	14	13	11	9	7	6	5
50	-	11	10	9	7	6	5	3.5
35	-	9	8	7	6	4.5	4	2.5

Chỉ dẫn bảng 2.3 - R của khối xây bằng trị số trong bảng nhân với:

0,85 - khi dùng vữa xi măng cứng (không thêm đất sét hoặc vôi), vữa nhẹ hoặc vữa vôi tuổi nhỏ hơn 3 tháng;

0,90 - khi dùng vữa xi măng có pha thêm chất hoá dẻo hữu cơ;

Bảng 2.4. Cường độ chịu nén tính toán R(kG/cm²) của khối xây bằng gạch bê tông có lỗ rỗng, khi chiều cao mỗi hàng xây 20 - 30cm.

Số hiệu gạch	**Số hiệu vữa**							**Cường độ chịu nén của vữa**
	100	**75**	**50**	**25**	**10**	**4**	**2**	
100	20	18	17	16	14	13	11	9
75	16	15	14	13	11	10	9	7
50	12	11.5	11	10	9	8	7	5
35	-	10	9	8	7	6	5.5	4
25	-	-	7	6.5	5.5	5	4.5	3

Bảng 2.5. Cường độ chịu nén tính toán R(kG/cm²) của khối xây bằng gạch bê tông đặc và đá thiên nhiên cưa hoặc đẽo kỹ, khi chiều cao mỗi hàng xây 20 - 30cm.

Số hiệu gạch đá	**Số hiệu vữa**									**Cường độ chịu nén của vữa**
	200	**150**	**100**	**75**	**50**	**25**	**10**	**4**	**2**	
1000	130	125	120	115	110	105	95	85	83	80
800	110	105	100	95	90	85	80	70	68	65
600	90	85	80	78	75	70	60	55	53	50

500	78	73	69	67	64	60	53	48	46	43
400	65	60	58	55	53	50	45	40	38	35
300	53	49	47	45	43	40	37	33	31	28
200	40	38	36	35	33	30	28	25	23	20
150	33	31	29	28	26	24	22	20	18	15
100	25	25	23	22	20	18	17	15	13	10
75	-	-	19	18	17	15	14	12	11	8
50	-	-	15	14	13	12	10	9	8	6
35	-	-	-	-	10	9.5	8.5	7	6	4.5
25	-	-	-	-	8	7.5	6.5	5.5	5	3.5

Chỉ dẫn bảng 2.5.

1.Đối với khối xây dựng bằng gạch bê tông xỉ than nâu hoặc xỉ than hỗn hợp, R bằng trị số trong bảng nhân với 0,8.

2. .Đối với khối xây dựng bằng gạch bê tông thạch cao, R bằng trị số trong bảng nhân với:

0,5 - nếu khối xây làm tường ngoài ở những vùng khí hậu ẩm ướt

0,7 - nếu khối xây làm tường ngoài ở những vùng khí hậu khô

0,8 - nếu khối xây làm tường trong ở tất cả các vùng.

Bảng 2.6. Cường độ chịu nén tính toán R (kG/cm²) của khối xây bằng đá thiên nhiên cường độ thấp, có hình dạng quy tắc (cưa và đẽo nhẵn).

Loại khối xây	**Số hiệu đá**	**Số hiệu vữa**				**Cường độ chịu nén của vữa**
		25	**10**	**4**	**2**	
Khối xây đá thiên nhiên chiều cao mỗi hàng xây không lớn hơn 15cm	25	6	4,5	3,5	3	2
	15	4	3,5	2,5	2	1,3
	10	3	2,5	2	1	1
	7	2,5	2	1,8	0,7	0,7

Khối xây đá thiên nhiên chiều cao mỗi hàng xây 20 -30cm	25	7,5	6,5	5,5	5	3,5
	15	5	4,5	3,8	3,5	2,5
	10	3,8	3,3	2,8	2,5	2
	7	2,8	2,5	2,3	2	1,2
	4	-	1,5	1,4	1,2	0,8

Bảng 2.7. Cường độ chịu nén tính toán R (kG/cm^2) của khối xây bằng đá hộc dập khô

Số hiệu đá	**Số hiệu vữa**							**Cường độ chịu nén của vữa**
	100	**75**	**50**	**25**	**10**	**4**	**2**	
1000	25	22	18	12	8	5	4	3,3
800	22	20	16	10	7	4,5	3,3	2,8
600	20	17	14	9	6,5	4	3	2
500	18	15	13	8,5	6	3,8	2,7	1,8
400	15	13	11	8	5,5	3,3	2,3	1,5
300	13	11,5	9,5	7	5	3	2	1,2
200	11	10	8	6	4,5	2,8	1,8	0,8
150	9	8	7	5,5	4	2,5	1,7	0,7
100	7,5	7	6	5	3,5	2,3	1,5	0,5
50	-	-	4,5	3,5	2,5	2	1,3	0,3
35	-	-	3,6	2,9	2,2	1,8	1,2	0,2
25	-	-	3	2,3	2	1,5	1	0,2

Chỉ dẫn bảng 2.7. R trong bảng tương ứng với số hiệu vữa không, nhỏ hơn 4 ở tuổi 28 ngày được dùng cho khối xây ở tuổi 3 tháng. Khi khối xây ở tuổi nhỏ hơn 38 ngày R bằng trị số trong bảng nhân với 0,8; lúc đó số hiệu vữa lấy theo cường độ chịu nén tính toán ở tuổi ấy.

2. Đối với các số hiệu trung gian của đá, R lấy theo nội suy.

Bảng 2.8. Cường độ chịu nén tính toán R (kG/cm²) của bê tông đá hộc (không đầm rung)

Loại bê tông đá hộc	Số hiệu bê tông					
	200	**150**	**100**	**75**	**50**	**35**
Khi đá hộc đập thô, số hiệu không nhỏ hơn 200	40	35	30	25	20	17
Như trên, số hiệu 100	-	-	-	22	18	15
Như trên, số hiệu 50 và với gạch vỡ	-	-	-	20	17	13

Chỉ dẫn bảng 2.8: 1. Đối với bê tông đa hộc có đầm rung, R bằng trị số trong bảng nhân với 1,15.

2. Đối với bê tông số hiệu 200, số hiệu của đá không nên nhỏ hơn 300

Bảng 2.9.

Dạng phá hoại	Trạng thái ứng lực	Số hiệu vữa				
		≥50	**25**	**10**	**4**	**2**
	1. Kéo khi uốn và chịu ứng lực kéo chính khi uốn:					
	a. Theo thiết diện không giằng, đối với mọi loại khối xây và theo mạch nghiêng bậc thang (ứng lực kéo chính khi uốn)	1,2	0,8	0,4	0,2	0,1
	b. Theo thiết diện giằng:					
	- Đối với khối xây gạch đá có hình dạng quy tắc	2,5	1,6	0,8	0,4	0,2
	- Đối với khối xây có đá hộc	1,8	1,2	0,6	0,3	0,15
	2. Cắt:					
	a. Theo thiết diện không giằng, đối với mọi loại khối xây(lực dính tiếp tuyến)	1,6	1,1	0,5	0,2	0,1
	b. Theo tiết diện giằng đối với khối xây đá hộc	2,4	1,6	0,8	0,4	0,2

Chỉ dẫn bảng 2.9: 1. Đối với khối xây gạch nung bằng gạch đất sét, trị số trong bảng phải nhân với 1,25

2. Đối với khối xây không rung xây bằng vữa xi măng cứng(không thêm chất phụ gia đất sét hoặc vôi), trị số trong bảng phải nhân với 0,75.

3. Đối với khối xây bằng gạch có lỗ rỗng, khe rỗng và bằng gạch bê tông rỗng, trị số trong bảng phải nhân với 1,25.

4. Đối với khối xây bằng gạch silicát thường, trị số trong bảng phải nhân với 0,7; còn khối xây bằng gạch silicát chế tạo bằng các loại cát nhỏ thì phải lấy theo số liệu thí nghiệm.

5. Khi tỷ số giữa chiều sâu giằng và chiều cao một hàng xây nhỏ hơn 1, R_k và R_{ku} theo thiết diện giằng của khối xây bằng gạch đá có hình dạng quy tắc lấy theo trị số trong bảng rồi nhân với tỷ số đó.

6. R_k và R_{ku} tính với toàn bộ thiết diện phá vỡ của khối xây thẳng góc với hướng của nội lực.

7. Khi tính toán theo sự xuất hiện và mở rộng vết nứt, với hai công thức (143) và (144), R_{ku} vẫn lấy như trong bảng này.

Bảng 2.10. Cường độ chịu kéo dọc trục tính toán R_k(kG/cm^2), cường độ chịu kéo khi uốn tính toán R_{ku} (kG/cm^2), cường độ độ chịu ứng lực kéo chính khi uốn tính toán R_{kt} (kG/cm^2) và cường độ chịu cắt tính toán R_c (kG/cm^2) theo thiết diện giằng của khối xây gạch đá có hình dạng quy tắc khi khối xây bị phá hoại qua gạch hoặc đá.

Trạng thái ứng lực	**Số hiệu gạch đá**								
	200	**150**	**100**	**75**	**50**	**35**	**25**	**15**	**10**
Kéo dọc trục	2,5	2	1,8	1,3	1	0,8	0,6	0,5	0,3
Kéo khi uốn và chịu ứng lực kéo chính khi uốn	4	3	2,5	2	1,6	1,2	1	0,7	0,5
Cắt	10	8	6,5	5,5	4	3	2	1,4	0,9

Chỉ dẫn bảng 2.10. R_k, R_{ku}, R_{kt} tính với toàn bộ tiết diện phá vỡ của khối xây.

R_c theo tiết diện giằng chỉ tính với tiết diện gạch đá, không kể các mạch vữa thẳng đứng (tiết diện thu hẹp).

Bảng 2.11. Cường độ chịu kéo dọc trục tính toán R_k (kG/cm^2), cường độ chịu kéo khi uốn tính toán R_{ku}(kG/cm^2) và cường độ chịu ứng lực kéo chính khi uốn tính toán R_{kt}(kG/cm^2) của bê tông đá hộc

Trạng thái ứng lực	Số hiệu gạch đá					
	200	150	100	75	50	25
Kéo dọc trục và chịu ứng lực kéo chính khi uốn	2	1,8	1,6	1,4	1,2	1
Kéo khi uốn	2,7	2,5	2,3	2,0	1,8	1,6

Khi đặt cốt thép lưới:

$$\alpha_{ct} = \alpha \cdot \frac{R_{tc}}{R_{ktc}^{ct}}$$

Trong đó: R_{ktc}^{ct} - Cường độ tiêu chuẩn của khối xây đặt cốt thép:

$$R_{ktc}^{ct} = R_{tc} + \frac{m_{ct} \cdot R_{tc}^{ct} \cdot \mu}{100}$$

$m_{ct} \cdot R_{tc}^{ct}$ - tích của hệ số điều kiện làm việc với cường độ tiêu chuẩn của cốt thép:

Bảng 2.12. Cường độ tính toán R_{ct} (kG/cm^2) của cốt thép trong khối xây gạch đá cốt thép

Loại kết cấu	Thép loại A-I và số hiệu CT - 3	Thép loại A-II	Sợi thép thường
1. Với cốt thép lưới	1500	-	1800
2. Với cốt thép dọc trong khối xây và trong kết cấu liên hợp:			
a. Cốt thép dọc	1900	2400	2500
b. Cốt thép xiên và cốt thép đai	1700	2150	1750
3. Với các kết cấu được gia cố bằng vành đai:			
a. Cốt thép gang	1500	1900	1800

b. Cốt thép dọc không truyền tải trọng trực tiếp lên vành đai	430	-	-
c. Như trên, khi truyền tải trọng trực tiếp lên vành đai từ một phía	1300	-	-
d. Như trên, khi truyền tải trọng từ hai phía	1900	-	-
4. Neo và liên kết trong khối xây			
a. Trong vữa số hiệu không nhỏ hơn 25	1900	2400	2500
b. Trong vữa số hiệu 4 - 10	1050	1350	1800

Với thép AI, AII, CT3 thì $m_{ct} \cdot R_{tc}^{ct} = 1,1.\ R^{ct}$

Với các loại thép thường $m_{ct} \cdot R_{tc}^{ct} = 1,25.\ R^{ct}$

R^{ct} - cường độ tính toán của cốt thép (bảng 1.16)

μ - hàm lượng cốt thép (%)

Khi cốt thép dọc $\mu = \dfrac{F^{ct}}{F_k} \cdot 100\%$

Khi cốt thép lưới $\mu = \dfrac{V^{ct}}{V_k} \cdot 100\%$

Trong đó: F^{ct} và F_k là diện tích tiết diện cốt thép và khối xây

V^{ct} và V_k là thể tích cốt thép và khối xây

- Đối với khối xây đặt cốt thép lưới: $R_{ktc}^{ct} = R_{tc} + \dfrac{2m_{ct} \cdot R_{tc}^{ct} \cdot \mu}{100}$

Bảng 2.13. Trị số đặc trưng đàn hồi α của khối xây gạch đá không đặt cốt thép

Loại khối xây	Số hiệu vữa				Cường độ của vữa
	200 - 25	10	4	2	
1. Khối xây bằng các khối cỡ lớn chế tạo bằng bêtông nặng, bêtông có lỗ rỗng lớn với cốt liệu nặng và đá thiên nhiên nặng ($\gamma_{c} \geq 1800 kg/m^3$)	1500	1000	750	750	500
2. Khối xây bằng đá thiên nhiên nặng xi măng và đá hộc	1500	1000	750	500	350
3. Khối xây bằng các khối lớn chế tạo bằng bêtông nhẹ, bêtông silicát, bêtông tổ ong qua xử lý trong nồi hơi áp lực, bêtông có lỗ rỗng lớn với cốt liệu nhẹ, đá thiên nhiên nhẹ.	750	750	500	500	350
4. Khối xây bằng gạch gốm, gạch đất sét ép dẻo thường và có lỗ rỗng, gạch bêtông nhẹ và đá thiên nhiên nhẹ	1000	750	500	350	200
5. Khối xây bằng gạch silicát	750	500	350	350	200
6. Khối xây bằng gạch đất sét ép nửa khô đặc và có lỗ rỗng	500	500	350	350	200

Chỉ dẫn bảng 2.13

1. Khi độ thanh mảnh $\beta = \frac{l_0}{h} \leq 8$ *hoặc* $\lambda = \frac{l_0}{r} \leq 28$ *(* l_0*- chiều cao tính toán của cấu kiện; h- cạnh nhỏ của tiết diện chữ nhật; r- bán kính quán tính nhỏ của tiết diện) thì cho phép dùng trị số* α *đối với loại gạch ép dẻo cho tất cả các loại gạch.*

2. Trị số trong bảng của khối xây gạch dùng cho cả các tấm lớn và khối lớn gạch rung.

3. Trị số đặc trưng đàn hồi của bê tông đá hộc lấy bằng 1500

4. Trị số đặc trưng đàn hồi của khối xây bằng vữa nhẹ lấy theo bảng rồi nhân với 0,7.

Bảng 2.14. Hệ số uốn dọc khi bị nén trung tâm φ.

Độ thanh mảnh tương đương		φ	**Độ thanh mảnh tương đương**		φ	**Độ thanh mảnh tương đương**		φ
β_{td}	λ_{td}		β_{td}	λ_{td}		β_{td}	λ_{td}	
4	14,0	1,00	15	52,5	0,77	34	118	0,38
5	17,5	0,98	16	56,0	0,74	36	125	0,34
6	21,0	0,96	17	59,5	0,72	38	132	0,31
7	24,5	0,94	18	63,0	0,70	40	139	0,28
8	28,0	0,92	20	70	0,65	40	146	0,25
9	31,5	0,90	22	76,0	0,61	44	153	0,21
10	35,0	0,88	24	83,0	0,56	46	160	0,18
11	38,5	0,86	26	90,0	0,52	48	166	0,16
12	42,0	0,84	28	97,0	0,49	50	173	0,15
13	45,5	0,81	30	104,0	0,45	52	180	0,14
14	49,0	0,79	32	111,0	0,42	54	187	0,12

Khi chịu nén trung tâm, hệ số uốn dọc φ phụ thuộc độ mảnh (bảng 2.14). Độ mảnh qui đổi theo công thức

Mặt cắt chữ nhật $\beta_d = \frac{l_0}{a}\sqrt{\frac{1000}{\alpha}} = \frac{l_0}{a}\cdot\xi$

Mặt cắt hình dạng khác $\lambda_d = \frac{l_0}{r}\sqrt{\frac{1000}{\alpha}} = \frac{l}{r}\xi$

Trong đó:

l_0 - chiều cao tính toán của kết cấu (Bảng 2.20)

a - chiều cao mặt cắt chữ nhật

r - bán kính quán tính của tiết diện (Bảng 2.22)

α - trị số đặc trưng đàn hồi

ξ - hệ số qui đổi

Bảng 2.15. Hệ số ma sát

Vật liệu	Trạng thái ma sát	
	Khô	Ẩm
Khối xây trượt trên khối xây hoặc bêtông	0,7	0,6
Gỗ trượt trên khối xây hoặc bêtông	0,6	0,5
Thép trượt trên khối xây hoặc bêtông	0,45	0,35
Khối xây và bêtông trượt trên cát hoặc cuội	0,6	0,5
Khối xây và bêtông trượt trên đất cát	0,55	0,4
Khối xây và bêtông trượt trên đất sét	0,5	0,3

II. CẤU KIỆN GẠCH ĐÁ

1. Cấu kiện chịu nén đúng tâm

Lực nén trung tâm phải thoả mãn điều kiện:

$$N \leq [N] = \varphi \cdot R \cdot F$$

hoặc

$$[N] = m \cdot m_k \cdot \varphi \cdot R \cdot F$$

Trong đó N là lực dọc tính toán tương đương:

$$N = \frac{N_{dh}}{m_{dh}} + N_{ngh}$$

N_{dh} và N_{ngh} - lực dọc tính toán do phần tải trọng tác dụng dài hạn và ngắn hạn gây lên:

m_{dh} - hệ số tính tới tải trọng dài hạn (Bảng 2.16).

[N] - lực dọc tính toán tương đương cho phép.

φ - hệ số uốn dọc.

m, m_k - hệ số điều kiện làm việc của kết cấu và của khối xây.

R - cường độ chịu nén tính toán của khối xây, có xét tới điều kiện làm việc m_k của khối xây.

F - diện tích tiết diện chịu lực của cấu kiện.

Bảng 2.16. Hệ số m_{dh}

Độ thanh mảnh		Khối xây bằng gạch đất sét hoặc gạch gốm		Khối xây bằng gạch silicát	
$\beta = \frac{l_0}{h}$	$\lambda = \frac{l_0}{r}$	$\mu \le 0,1\%$	$\mu \ge 0,3\%$	$\mu \le 0,1\%$	$\mu \ge 0,3\%$
8	28	1	1	1	1
10	35	0,96	1	0,95	0,96
12	42	0,92	0,96	0,90	0,92
14	49	0,88	0,93	0,85	0,88
16	56	0,84	0,89	0,80	0,84
18	63	0,80	0,85	0,75	0,80
20	70	0,75	0,81	0,70	0,77
22	76	0,71	0,78	0,65	0,73
24	83	0,67	0,74	0,60	0,69

Chỉ dẫn:

Hệ số m_{dh} ghi trong bảng còn dùng cho cả khối xây bằng gạch bê tông hoặc bằng đá thiên nhiên, bằng khối lớn bê tông hoặc bằng khối đá thiên nhiên. Đối với các sản phẩm chế tạo bằng dính kết xi măng và đá thiên nhiên, lấy hệ số m_{dh} như đối với các khối xây bằng gạch đất sét hoặc gạch gốm. Đối với các sản phẩm chế tạo bằng chất dính kết silicát và đá thiên nhiên, lấy hệ số m_{dh} như đối với các khối xây bằng gạch silicát.

Trong bảng ta ghi μ là hàm lượng phần trăm cốt thép kép đối xứng, khi $0,1\% < \mu < 0,3\%$ thì hệ số m_{dh} xác định theo nội suy. Đối với khối xây không cốt thép, lấy hệ số m_{dh} theo cột $\mu \le 0,1\%$.

3. Đối với những cấu kiện có chiều dày nhỏ hơn 30 cm ($h<30cm$) hoặc bán kính thiết diện nhỏ hơn 8,7cm ($r<8,7cm$), lấy hệ số m_{dh} theo bảng. Đối với những cấu kiện dày hơn 30cm hoặc bán kính thiết diện không nhỏ hơn 8,7cm cho phép lấy $m_{dh} = 1$.

Bảng 2.17. Trị số $[\beta]$ cực hạn về tỷ số giữa chiều cao và chiều dày của tường, với chiều dày tường từ 30cm trở lên, không chứa lỗ hổng và chịu tải trọng từ tấm đan trần nhà hoặc đỉnh nóc nhà truyền tới, khi chiều cao tự do của tường $L < 2,5H$ (Dùng cho khối xây từ nhóm I - IV xây bằng gạch đá hoặc vật liệu xây khác có hình dáng nhất định).

Số hiệu vữa xây	Trị số β của các nhóm khối xây			
	I	II	III	IV
Số hiệu 50 trở lên	25	22	-	-
Số hiệu 25	22	20	17	-
Số hiệu 10	20	17	15	14
Số hiệu 4 trở xuống	-	15	14	13

Bảng 2.18. Trị số cực hạn về tỷ số giữa chiều cao và chiều dài của tường và tường ngăn với chiều dày tường từ 30 cm trở xuống, không chứa lỗ hổng, không chịu tải trọng từ tấm đan trần nhà, đỉnh nóc nhà truyền tới khi chiều dài tự do của tường L 2,5H.

(Dùng cho khối xây nhóm I - II xây bằng gạch đá hoặc các vật liệu khác có hình dáng nhất định).

Chiều dày của tường (cm)	**Trị số β khi các số hiệu vữa khác**			
	50 trở lên	**25**	**10**	**4 trở xuống**
30	27	22	20	17
25	30	25	22	18
20	35	30	25	20
15	40	35	30	22
10	45	40	35	25
5	50	45	40	-

Ghi chú: 1) Trị số cực hạn về tỷ số giữa chiều cao và chiều dày, đối với khối xây nhóm III cần giảm 10%, còn đối với khối xây nhóm IV cần giảm 20%.

2) Khi chiều dày của tường nằm trong khoảng 2 trị số đã cho thì trị số $[\beta]$ cực hạn về tỷ số giữa chiều cao và chiều dày lấy theo số nội suy.

Bảng 2.19. Hệ số triết giảm k_t về tỷ số giữa chiều cao và chiều dày của cột.

Chiều dày của cột a (cm)	Cột bằng gạch đá có hình dáng nhất định	Cột xây bằng đá hộc và bằng bê tông đá hộc
90 trở lên	0,75	0,60
70 - 89	0,70	0,55
50 - 69	0,65	0,50
50	0,60	0,45

Ghi chú: Đối với những tường có cửa sổ hẹp mà bề rộng cửa sổ nhỏ hơn chiều dày tường thì coi nó là một cột có chiều cao bằng chiều cao cửa sổ để tính trị số $[\beta]$ cực hạn tỷ số giữa chiều cao và chiều dày trong mặt tường. Nếu tỷ số chiều cao và chiều dày lớn hơn trị số cực hạn về tỷ số chiều cao và chiều dày cho phép của cột thì nên coi là tường không chịu tải trọng.

Độ mảnh tương đương của cấu kiện tính như sau:

- Tiết diện chữ nhật: $$\beta_{td} = \beta \cdot \sqrt{\frac{1000}{\alpha}} = \frac{l_0}{a}\sqrt{\frac{1000}{\alpha}}$$

- Đối với tiết diện có hình dạng khác: $$\lambda_{td} = \lambda \cdot \sqrt{\frac{1000}{\alpha}} = \frac{l_0}{r}\sqrt{\frac{1000}{\alpha}}$$

Trong đó l_0 là chiều cao tính toán của kết cấu, lấy theo bảng 2.20

Bảng 2.20. Chiều cao tính toán (chiều dài) l_0 của kết cấu khi xác định hệ số uốn dọc

TT	Tính hình gối tựa	Sơ đồ kết cấu	l_0
1	Đầu trên là gối tựa cố định		$l_0 = H$

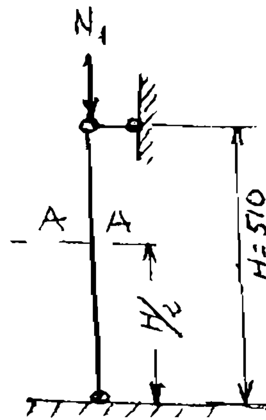
2	Đầu trên là gối tựa đàn hồi 1) Nhà có một nhịp		$l_0 = 1,5.H$
	2) Nhà có nhiều nhịp		$l_0 = 1,25.H$
3	Đầu trên là đầu tự do hoặc không có móc sắt liên kết với trần nhà		$l_0 = 2.H$
4	Khi tường xung quanh có liên kết, khi L ≤ 2.H và khi tường bị các lỗ hổng làm yếu đi nhưng mặt cắt theo phương thẳng đứng hay nằm ngang đều không quá 40% mà ứng suất thực tế tính toán thông thường không được chênh lệch quá 1 lần		$l_0 = \dfrac{H}{1 + \dfrac{H}{L}}$
5	Vòm gối tựa bản lề		$l_0 = 0,5.S$

Ghi chú: H - Khoảng cách giữa các tấm đan trần nhà (hoặc khoảng cách giữa các gối tựa ngang khác).

L - Khoảng cách theo chiều ngang giữa các tường (hoặc khoảng cách giữa các gối tựa thẳng đứng khác).

S - Chiều dài trục vòm.

Ví dụ 1: Đầu trên của cột gạch là gối tựa khớp cố định (Hình dưới)



Hình 2.1

Kích thước cột H = 5,1 m, a = b = 51 cm; số hiệu gạch 100; vữa vôi cát ximăng số hiệu 25. Độ bền công trình cấp I, chế độ làm việc A (theo tuổi khối xây 28 ngày). Kiểm tra tại mặt cắt đầu trên cột gạch tải trọng tính toán N_1 có thể chịu được bao nhiêu?

Giải:

Tính thử $\beta = \dfrac{H}{a}$; với số hiệu vữa 25, công trình cấp I. Tra bảng 1.20 ta được $[\beta] = 22$. Chiều dày cột a = 51cm, tra bảng 2.19 ta có $K_c = 0,65$. Từ đó tính:

$H = K_c . [\beta].a = 0,65.22.51 = 730 > H = 510$ cm.

Chiều cao cột thoả mãn yêu cầu, được coi là cấu kiện chịu tải trọng.

Diện tích tiết diện F = 51.51 = 2061 cm^2 < 3000cm^2 do đó:

m = 0,8 ; $m_k = 1$ và R = 13.1,2 = 15,6 kg/cm^2.

Trong đó:

+ R = 13kg/cm² là cường độ chịu nén tính toán của khối xây với chế độ làm việc B

+ 1,2 - hệ số hiệu chỉnh, khi cường độ tính toán khối xây với chế độ làm việc cấp A. Ta có l_0 = H = 510 cm (Bảng 2.20) α = 750 (Bảng 2.13); $\xi = \sqrt{\frac{1000}{\alpha}} = 1,15$ suy ra $\beta = \frac{510}{51} \cdot 1,15 = 11,5$. Nhờ bảng 2.14 tìm được hệ số uốn dọc $\varphi = 0,85$

Mặt cắt giữa của cột là nguy hiểm nhất vì hệ số uốn dọc nhỏ nhất ($\varphi = 0,85$). Mặt cắt dưới do chịu thêm tải trọng bản thân cột, nhưng có hệ số uốn dọc bù vào ($\varphi = 1$). Phản lực dọc do bản thân trọng lượng cột gây ra tại mặt cắt giữa cột là $P = n.P_n = 1,1 \cdot \frac{5,1}{2} \cdot 0,47 = 1,32$ tấn = 1320kg

Trong đó: n - hệ số an toàn

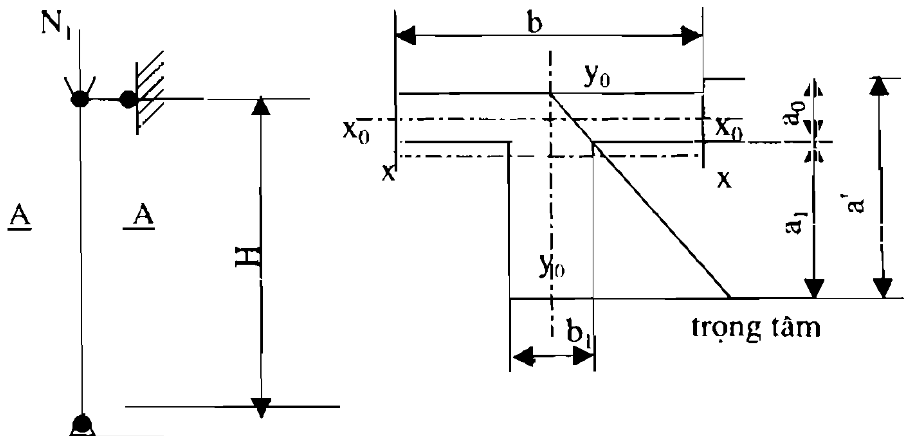
0,47 tấn là trọng lượng một mét chiều cao cột

Ta có:

$N = \{N\} = N_1 + P = 0,8.0,85.15,6.2601 = 27.400$kg

Suy ra $N_1 = 27400 - 1320 = 26.080$kg.

Ví dụ 2: Hãy tìm số hiệu gạch và vữa của cột tiết diện T kích thước cho ở hình bên. Cột cao 12 m hai đầu là khớp. Tải trọng tính toán đúng tâm mặt cắt đầu trên của cột N_1 = 67 tấn. Độ bền công trình cấp II, chế độ B.



Hình 2.2

Trong đó H = 12 m; a_0 = 38cm; a_1 = 65cm; a' = 103cm; b = 168cm;

b_1 = 64 cm

Giải:

Xác định diện tích tiết diện F và bán kính quán tính nhỏ nhất r_x của tiết diện (vì $r_y > r_x$). Từ bảng (2.22) ta có:

$$F = c_1 + b.a_0 = 4160 + 168.38 = 10.540\ cm^2$$

$$J_x = c_3 b + c_4 - \frac{c_5}{F} = 4560.168 + 1249,77.10^4 - \frac{4589,99.10^4}{10540} = 892,37.10^4\ cm^2$$

Suy ra: $r_x = \sqrt{\frac{y}{F}} = \sqrt{\frac{892,37.10^4}{10.540}} = 29cm$

Chiều dày giả thiết a' = 3,5.r_x = 3,5.29 = 101cm

Ta có $[\beta] = \frac{H}{K_L.a'} = \frac{1200}{0,75.101} = 16$

Theo số liệu bảng 2.18 vữa lớn hơn số hiệu 10 thoả mãn trị số $[\beta]$ này. Trong tính toán lấy số liệu vữa nhỏ nhất là 10; tìm ra tỷ số chiều dài tính đổi lớn nhất của cột, nên dùng bán kính quán tính nhỏ nhất r_x.

Khi l_0 = H = 1200 và α = 750 ta có

$$\lambda_d = \frac{1200}{29} \times 1,15 = 47,5; \varphi = 0,8$$

Trường dung trọng của khối xây là 1,8 tấn/m³ thì trọng lượng tính toán của cột là $P = 1,1 \times \frac{12}{2} \times 1054 \times 1,8 = 12,5$ tấn = 1250kg;

P + N_1 = 67 + 12,5 = 79,5 tấn;

Khi m = m_k = 1. Xác định cường độ tính toán

$$R = \frac{N_1 + P}{m.m_k.\varphi.F} = \frac{79500}{0,8.10540} = 9,4\ \text{kg/cm}^2.$$

Khi dùng vữa loại nặng ký hiệu 10, để đảm bảo cường độ tính toán cần thiết của khối xây nên dùng gạch số hiệu 100 ($R=10kg/cm^2$).

2. Cấu kiện chịu nén lệch tâm

2.1. Trường hợp nén lệch tâm với độ lệch tâm nhỏ: $e_0 \leq 0,45y$. Trong đó y là khoảng cách từ trọng tâm tiết diện tới mép tiết diện về phía lệch tâm.

Lực nén lệch tâm với độ lệch tâm nhỏ phải thoả mãn điều kiện:

$$N \leq [N] = \psi.\varphi.R.F$$

Trong đó:

N - lực dọc tính toán tương đương, xác định như trường hợp nén đúng tâm;

[N] - lực dọc tính toán tương đương cho phép;

ψ - hệ số xét đến ảnh hưởng độ lệch tâm phụ thuộc loại khối xây gạch đá (Bảng 2.21)

φ - hệ số uốn dọc

R - cường độ chịu nén tính toán của khối xây

F - diện tích tiết diện chịu tải trọng.

Bảng 2.21. Công thức tính hệ số ψ

Loại khối xây	Khi độ lệch tâm			
	Nhỏ ($e_0 \leq 0,45y$) đối với tiết diện		Lớn ($e_0 \geq 0,45y$) đối với tiết diện	
	Bất kỳ	Chữ nhật	Bất kỳ	Chữ nhật
Khối xây bằng gạch, bằng tường gạch nung và khối gạch cỡ lớn(kể cả khối gạch rung) bằng gạch gốm và gạch bêtông, bằng đá hộc.	$\dfrac{1}{1+\dfrac{e_0}{h-y}}$	$\dfrac{1}{1+\dfrac{2e_0}{h}}$	$\sqrt[3]{\left(\dfrac{R_n}{F}\right)^2}$	$\sqrt[3]{\left(1-\dfrac{2e_0}{h}\right)^2}$
Khối xây bằng khối bêtông cỡ lớn (trừ khối bêtông tổ ong và bêtông lỗ rỗng lớn)	$\dfrac{1}{1+\dfrac{e_0}{h-y}}$	$\dfrac{1}{1+\dfrac{2e_0}{h}}$	$1,25\dfrac{F_n}{F}$	$1,25\left(1-\dfrac{2e_0}{h}\right)$

Khối xây bằng khối bêtông tổ ong và bêtông lỗ rỗng lớn, bằng đá thiên nhiên.	$\frac{F_n}{F}$	$1-\frac{2e_0}{h}$	$\frac{F_n}{F}$	$1-\frac{2e_0}{h}$

Chỉ dẫn:

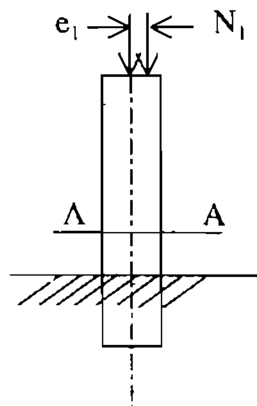
1. Đối với tiết diện chữ T, khi $e_0 < 0,45y$ thì F_n tính theo công thức chính xác dựa vào điều kiện: mômen tĩnh của tiết diện đối với điểm đặt lực N bằng không.

2. e_0 - độ lệch tâm của lực dọc tính toán tương đương N. Khi tính tường bằng tấm gạch rung có chiều dày không lớn hơn 25cm thì ta phải xét đến độ lệch tâm phụ (ngẫu nhiên). Ta phải cộng độ lệch tâm phụ này với độ lệch tâm của lực dọc.

Khi xác định độ lệch tâm của lực dọc gây nên do tải trọng ngang thì trị số mômen uốn M xác định theo:

$$M = \frac{M_{dh}}{m_{dh}} + M_{ngh}$$

Ví dụ 3: Cho trụ gạch có tiết diện 45 ×45cm, đỉnh trụ tự do, chịu lực nén tính toán N_1 = 8,5 tấn, tác dụng với độ lêch tâm e_1 = 6,5cm. Gạch số hiệu 100, vữa số hiệu 25, trụ cao H = 4m. Kiểm tra khả năng chịu nén của trụ tại tiết diện A - A



Hình 2.3

Giải:

Xác định lực dọc tác dụng tại A- A và độ lệch tâm.

Trọng lượng bản thân trụ

P_g = 1,1 . 1,8 . 0,45 . 0,45 . 4 = 1,6 Tấn

Vì cạnh nhỏ của tiết diện > 30cm

nên theo bảng 1.20 thì $m_{dh} = 1$

Lực dọc tính toán tương đương tác dụng tại A - A

$N = N_1 + P_g = 8,5 + 1,6 = 10,1$ Tấn

Mômen uốn tương đương:

$M = N_1.e_1 = 8,5 \cdot 6,5 = 55,2$ T.cm;

Độ lệch tâm $$e_0 = \frac{M}{N} = \frac{55,2}{10,1} = 5,45cm$$

$$\frac{e_0}{y} = \frac{5,45}{45/2} = 0,242 < 0,45$$

Ví dụ này thuộc trường hợp nén lệch tâm nhỏ.

Khả năng chịu lực của trụ tại A - A

$$[N] = \psi.\varphi.R.F$$

Theo bảng 2.21. ta có:

$$\psi = \frac{1}{1 + \frac{2e_0}{a}}$$

Tính φ?

Chiều cao tính toán của trụ có đầu mút trên tự do

$$l_0 = 2.H = 2.4 = 8m = 800cm$$

Theo bảng (2.13) có $\alpha = 1000$. Độ mảnh tương đương xác định theo:

$$\beta_{td} = \frac{l_0}{a}\sqrt{\frac{1000}{\alpha}} = \frac{800}{45}\sqrt{\frac{1000}{1000}} = 17,8$$

Vậy theo bảng 2.14 thì $\varphi = 0,774$

Diện tích tiết diện chịu lực F = .. = 45.45 = 2030 cm^2 < 300cm^2

Theo bảng 2.14 cường độ chịu nén tính toán của khối xây trụ là 13 KG/cm^2; hệ số điều kiện làm việc $m_k = 0,8$ do đó

$R = 13.0,8 = 10,5\ KG/cm^2$

Khả năng chịu nén lệch tâm tại tiết diện A - A là:

$$[N] = \frac{0,774.10,5.2030}{1 + 2\dfrac{5,45}{45}} = 13200KG > N = 10100KG$$

Do đó, tiết diện A - A an toàn.

2.2. Trường hợp nén lệch tâm với độ lệch tâm lớn

Khi $e_0 > 0,45y$

$$N \le [N] = \psi.\varphi'.R.F$$

Trong đó: φ' - hệ số uốn dọc khi nén lệch tâm với độ lệch tâm lớn.

$$\varphi' = \frac{\varphi + \varphi_n}{2}$$

Với: φ - hệ số uốn dọc trong mặt phẳng tác dụng của mômen uốn (xem phần nén đúng tâm).

φ_n - hệ số uốn dọc của tiết diện chịu nén F_n trong mặt phẳng tác dụng của mômen uốn, xác định theo độ thanh mảnh tương đương:

$$\beta_{ntd} = \frac{H'}{a_n}.\sqrt{\frac{1000}{\alpha}}\ ;\ \lambda_{ntd} = \frac{H'}{r_n}.\sqrt{\frac{1000}{\alpha}}$$

H' - chiều cao của phần cấu kiện có biểu đồ mômen uốn cùng dấu. Khi biểu đồ mômen uốn cùng dấu theo toàn bộ chiều cao cấu kiện thì lấy H' = H; khác dấu thì lấy $H' = \frac{H}{2}$.

a_n và r_n - Chiều cao và bán kính quán tính của phần tiết diện ngang chịu nén F_n.

Xác định F_n theo giả thiết: trọng tâm phần tiết diện đó trùng với điểm đặt lực nén tính toán tương đương N. Nói cách khác, mômen tĩnh của phần tiết diện đó đối với trục đi qua điểm đặt lực N bằng không.

Khi tiết diện chữ nhật: $F_n = F\left(1 - \dfrac{2e_0}{a}\right)$

$$\beta_{md} = \frac{H'}{a - 2e_0} \cdot \sqrt{\frac{1000}{\alpha}}$$

Khi tiết diện chữ T: $F_n = 2(y - e_0)b$

$$\beta_{md} = \frac{H'}{2(y - e_0)} \cdot \sqrt{\frac{1000}{\alpha}}$$

Ví dụ 4: Cho 1 trụ gạch có tiết diện chịu lực 33,5 ×45cm, chịu nén lệch tâm với e_0 = 18cm (theo phương của cạnh a =45cm), chiều cao trụ là H= 4,5m. Đỉnh trụ có gối khớp cố định (Biểu đồ mômen không đổi dấu). Trụ xây bằng gạch số hiệu 75, vữa tam hợp số hiệu 50, độ bền vững công trình cấp III, Xác định khả năng chịu lực?

Giải: Vì $\dfrac{e_0}{y} = \dfrac{18}{45/2} = 0,8 > 0,45$ cấu kiện chịu nén lệch tâm lớn.

Ở đây ta chỉ tính khả năng chịu lực: $[N] = \psi.\varphi.R.F$

Bảng 2.22. Công thức xác định vị trí trục trung hoà của tiết diện chữ T.

Vị trí độ lệch tâm	**Tiết diện**	**Công thức**
Về phía cánh tiết diện		$x = \sqrt{\dfrac{b.a_0}{b_1} \cdot (2e' - a_0) + (e' - a_0)^2}$ khi $e' \leq 0,5a_0 ; x = e'$

Về phía sống thiết diện		$x = \sqrt{\frac{b_1 a_1}{b} \cdot (2e'' - a_1) + (e'' - a_1)^2}$ khi $e'' \le 0,5a_1; x = e''$

Chỉ dẫn bảng 2.22

. Trong các hình của bảng thì:

N - điểm đặt của lực dọc tính toán tương đương;

O - trọng tâm của tiết diện;

Theo bảng 2.21 ta có: $\psi = \sqrt[3]{\left(1 - \frac{2e_0}{a}\right)^2} = \sqrt[3]{\left(1 - \frac{2.18}{45}\right)^2} = 0,342$

Chiều cao tính toán trụ $l_0 = H = 450cm$ ta có $\alpha = 100$ (Bảng 1.17)

Độ mảnh tương đương: $\beta_{td} = \frac{l}{a}\sqrt{\frac{1000}{\alpha}} = \frac{450}{45}\sqrt{\frac{1000}{1000}} = 10$

Theo bảng 2.14 thì φ = 0,88. Vì biểu đồ mômen không đổi dấu nên H'= H = 450cm;

Độ thanh mảnh tương đương ứng với vùng chịu nén:

$$\beta_{md} = \frac{H'}{a - 2e_0} \cdot \sqrt{\frac{1000}{\alpha}} = \frac{450}{45 - 2.18}\sqrt{\frac{1000}{1000}} = 50$$

Do đó theo bảng 2.14 thì $\varphi_n = 0,15$

$$\varphi_u = \frac{\varphi + \varphi_n}{2} = \frac{0,88 + 0,15}{2} = 0,515$$

$F = 33,5.45 = 1510 < 3000cm^2$;

Lấy $m_k = 0,8$ thì: $R = 0,8.13 = 10,5$ KG/cm^2;

Do đó khả năng chịu lực là:

$$[N] = \psi.\varphi_u.R.F = 0,342.0,515.10,5.1510 = 2770KG$$

3. Cấu kiện chịu nén cục bộ

Khi tính toán nén cục bộ đối với khối xây ở dưới gối tựa của dầm, lanh tô cột và những cấu kiện khác. Những cấu kiện này chỉ truyền tải trọng lên một phần khối xây, ta có điều kiện: $N_{cb} < [N] = \mu.\alpha_{dc}.R_{cb}.F_{cb}$

Trong đó:

N_{cb} - lực nén cục bộ tính toán;

μ - hệ số đầy của biểu đồ áp lực do tải trọng cục bộ gây ra, xác định như đối với vật liệu đàn hồi lý tưởng (tỷ số giữa thể tích của biểu đồ lực nén với $\sigma_{max}.F_{cb}$ (σ_{max} - tung độ lớn nhất của biểu đồ áp lực);

$\alpha_{dc} = 1,5 \div 0,5\mu$ hệ số điều chỉnh xét ảnh hưởng biến dạng dẻo đối với hình dạng của biểu đồ áp lực, khi ứng lực phân bố không đều trên diện tích chịu nén cục bộ $\mu.\alpha_{dc} = 0,75$;

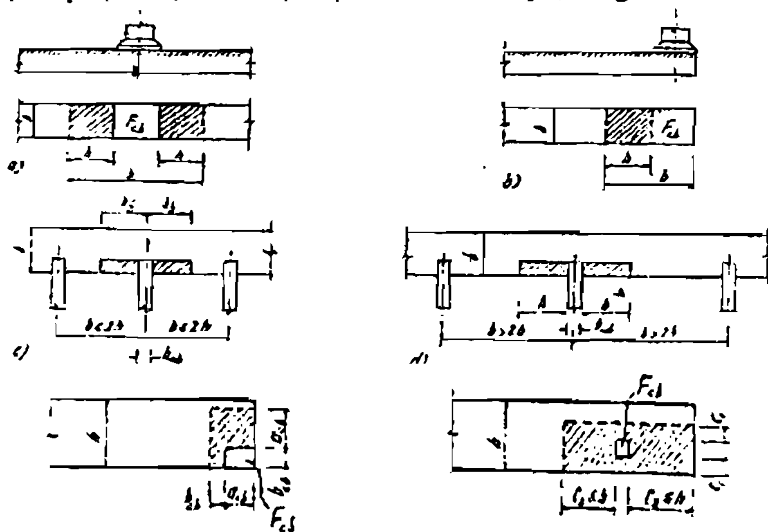
Khi tựa trên khối xây bằng vật liệu giòn $\mu.\alpha_{dc} = 0,5$

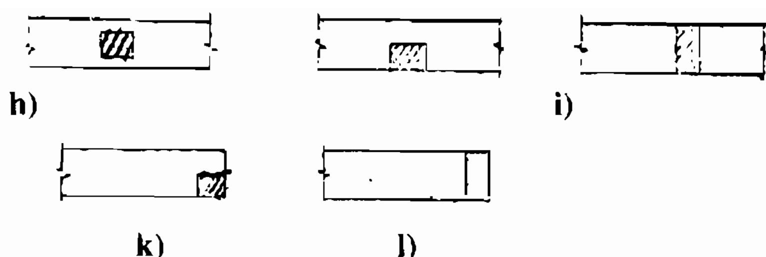
R_{cb} - cường độ chịu nén cục bộ tính toán khối xây

$$R_{cb} = R \cdot \sqrt[3]{\frac{F}{F_{cb}}} \le \gamma \cdot R$$

F - diện tích tính toán tiết diện khối xây tham gia chịu nén cục bộ bao gồm cả F_{cb} (Hình 2.4)

γ - hệ số phụ thuộc vào vật liệu làm khối xây (Bảng 2.22).





Hình 2.4

Chú ý: Đối với khối xây bằng gạch thường, gạch gốm, khi tải trọng đặt ở mép góc khối xây. (Hình 2.4:k,l). Nếu chiều rộng diện tích nén cục bộ > 25cm thì γ lấy theo bảng 2.23. Nếu chiều rộng diện tích nén cục bộ < 12cm thì γ lấy bằng 1,5 đối với tải trọng cục bộ và bằng 2 đối với tổng tải trọng cục bộ và tải trọng cơ bản. Nếu chiều rộng trung gian, thì γ xác định theo nội suy.

Để nâng cao khả năng của khối xây chịu nén cục bộ, có thể dùng cốt thép gia cố thêm.

Bảng 2.23. Hệ số γ

Loại khối xây	**Tải trọng cục bộ**	**Tổng tải trọng cục bộ và tải trọng cơ bản**	**Tải trọng cục bộ**	**Tổng tải trọng cục bộ và tải trọng cơ bản**
	Hình 2.4 g, h và i		**Hình 2.4 k và l**	
Khối xây bằng các tấm và khối gạch rung, gạch gốm và khối bê tông cỡ lớn (trừ các khối bètông tổ ong và bê tông lỗ rỗng lớn), bằng bê tông đá hộc và khối xây đá hộc	1,5	2	1,2	1,5
Khối xây bằng khối bêtông tổ ong và bêtông lỗ rỗng lớn bằng đá thiên nhiên	1,2	1,5	1	1,2
Khối xây bằng gạch và gạch bêtông thường	2	2	1,2	1,5

Ví dụ 5. Trên tường ngoài bằng gạch đất sét nung số hiệu 100, dày 45cm, vữa số hiệu 25 đặt dầm bêtông cốt thép rộng 15cm, chiều sâu ngàm vào tường của dầm là 20cm, khoảng cách giữa các dầm sàn 3m. Phản lực gối tựa dầm do tải trọng tính toán là 3,5 tấn, trong đó 25% tải trọng hữu ích. Tại cao trình đặt dầm, ứng lực trong tường do những tải trọng bên trong gây ra $\sigma_0 = 8KG/cm^2$. Kiểm tra cường độ chịu nén cục bộ của khối xây dưới gối tựa dầm.

Giải:

- Cường độ tính toán của khối xây chịu nén cục bộ

$$R_{cb} = R \cdot \sqrt[3]{\frac{F}{F_{cb}}} \le \gamma \cdot R$$

Theo bảng 2.14 thì R = 13 KG/cm^2. F_{cb} = 15.20 = 300 cm^2;

$$F = 20.45.2 + 300 = 2100cm^2$$

$$R_{cb} = 13.\sqrt[3]{\frac{2100}{300}} = 24,5KG/cm^2$$

Tra bảng thì $\gamma = 2$ và vì $\frac{R_{cb}}{R} = \frac{24,4}{13} = 1,91 < 2$ nên điều kiện trên thoả mãn.

- Khả năng chịu lực của khối xây khi chịu nén cục bộ:

$[N] = \mu.\alpha.R_{cb}.F_{cb} = 0,75.24,5.300 = 5500KG > 3500KG$ có khả năng chịu lực tốt.

- Kiểm tra khối xây theo tổng tải trọng cục bộ và tải trọng cơ bản:

Tải trọng cơ bản:

$\sigma_0.F_{cb} = 8.300 = 2400KG$

Tải trọng cục bộ và tải trọng cơ bản:

3500.0,75 + 2400 = 5020KG < 5500KG.

Khối xây an toàn.

- Kiểm tra khối xây theo tải trọng cục bộ (không kể tải hữu ích) khi khối xây chưa khô cứng.

Với số hiệu gạch 100, vữa số hiệu 25, hệ số điều kiện làm việc m_k=1,25

$R = 8.1,25 = 10KG/cm^2$.

Theo bảng 2.23 thì $\gamma = 1,2$ do đó:

$R_{ch} = 1,2.10 = 12KG/cm^2$.

Do đó:

$\{N\} = 0,75.12.300 = 2700KG > 3500.0,75 = 2620KG$

Ngay khi khối xây chưa khô cứng vẫn đảm bảo an toàn.

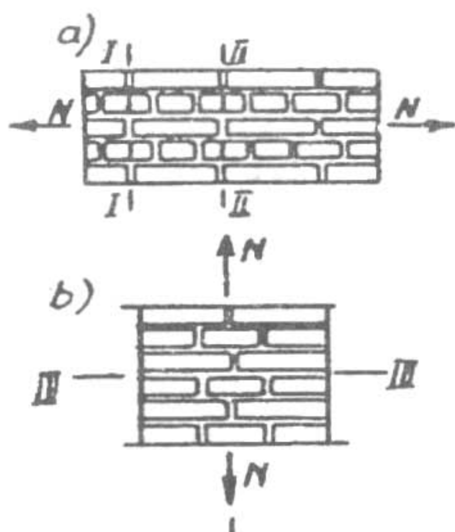
4. Cấu kiện chịu kéo đúng tâm

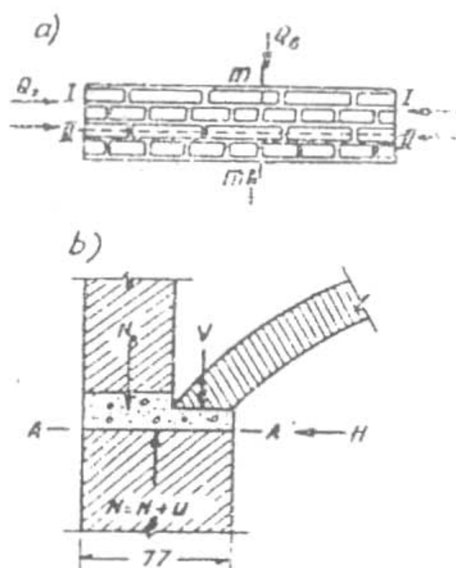
Cấu kiện chịu nén đúng tâm cần thoả mãn điều kiện

$$N \leq [N] = m.m_k.R_k.F$$

Trong đó: R_k - cường độ chịu kéo tính toán của khối xây (Bảng2.10, 2.11)

Khi khối xây chịu kéo ven theo tiết diện mạch vữa, vết nứt có thể đi qua mạch vữa hoặc qua viên gạch và tâm khối xây. Vì thế giá trị R_k phải nhỏ hơn giá trị trong bảng (2.10; 2.11). Qui phạn quy định không cho phép thiết kế kết cấu gạch đá chịu kéo trung tâm theo tiết diện mạch vữa suốt (Hình 2.5b) vì không đảm bảo ổn định khối xây.





Hình 2.5. Khối xây chịu kéo *Hình 2.6. Khối xây chịu cắt*

a/ Chịu kéo ven theo tiết diện mạch vữa; b/ Theo tiết diện mạch vữa suốt.

Ví dụ 6: Tính áp lực tính toán phân bố đều từ phía trong lên khối xây bán nguyệt dày δ = 25cm. Khối xây được xây bằng gạch thường số hiệu 75, vữa số hiệu 25. Bán kính trong r =2,5m.

Giải:

Khối xây bị phá hoại theo mặt cắt mạch vữa hình răng cưa. Tra bảng 2.13 có

$R_k = 1{,}3 Kg/cm^2$. Tính toán ta dùng

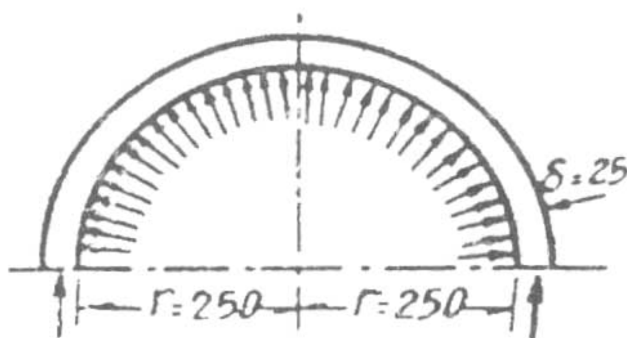
$R_k = 1{,}1\ kg/cm^2$. Tính diện tích ứng với 1cm chiều cao cấu kiện F = 1.25 = $25cm^2$. Giả thiết toàn bộ tiết diện đứng của cấu kiện > $300cm^2$, do đó m = 1; m_k = 1. Ta có:

{N} = 1,1.25 = 27,5 kg;

Trong điều kiện cân bằng N = {N}, {p} = p.

$$[p] = \frac{[N]}{r} = \frac{27{,}5}{200} = 0{,}11 kg/cm^2$$

Muốn đảm bảo điều kiện cân bằng cường độ, ta phải có $p \leq [p]$



Hình 2.7

5. Cấu kiện chịu uốn

Mômen tính toán khối xây không có cốt thép khi chịu uốn phải thoả mãn điều kiện:

$$M \leq [M] = m.m_k.R_{ku}.W$$

Trong đó: R_{ku} - cường độ chịu kéo khi bị uốn tính ven theo mặt cắt mạch vữa hình răng cưa.

W - môđun chống uốn khi khối xây làm việc ở chế độ đàn hồi.

Lực cắt tính toán Q khi chịu uốn phải thoả mãn điều kiện

$$Q \le [Q] = R'_{ku}.b.z$$

Trong đó:

R'_{ku} - cường độ ứng suất chính kéo tính toán khi bị uốn của khối xây

b - chiều rộng của thiết diện

z - cánh tay của ngẫu lực trong, đối với tiết diện chữ nhật thì z = 2/3a

a - chiều cao tiết diện

Bảng 2.24. Cường độ tính toán khi chịu kéo dọc trục R_p chịu kéo khi uốn R_{pu}, chịu cắt R_{cp} và ứng suất chính kéo R_{ku} khi bị uốn trong khối xây bằng gạch đá xây bằng vữa cát vôi xi măng, vữa cát đất sét xi măng và vữa cát bị phá hoại theo mạch vữa ngang và thẳng đứng (kg/cm²) (tính theo chế độ công tác là cấp B).

Thứ tự	Trạng thái ứng suất và phân loại mặt cắt	Số hiệu vữa				
		100 và 50	25	10	4	2
	Chịu kéo dọc trục R_p					
1	Các loại khối xây bằng gạch đá mặt cắt dọc theo mạch vữa suốt (lực dính pháp tuyến)	0,8	0,5	0,3	0,1	0,05
2	Mặt cắt dọc theo mạch vữa răng cưa:					
	1 - Khối xây bằng gạch đá có hình dáng kích thước nhất định	1,6	1,1	0,5	0,2	0,1
	2 - Khối xây bằng đá hộc	1,2	0,8	0,4	0,2	0,1
	Chịu kéo khi bị uốn R_p					
3	Các loại khối xây bằng gạch đá mặt cắt dọc theo mạch vữa suốt	1,2	0,8	0,4	0,2	0,1
4	Mặt cắt dọc theo mạch vữa hình răng					
	1 - Khối xây bằng gạch đá có hình dáng kích thước nhất định	2,5	1,6	0,8	0,4	0,2
	2 - Khối xây bằng đá hộc	1,8	1,2	0,6	0,3	0,15

5	Chịu cắt R_{cp} Các loại khối xây bằng gạch đá mặt cắt dọc theo mạch vữa suốt (lực dính tiếp tuyến)	1,6	1,1	0,5	0,2	0,1
6	Khối xây bằng đá hộc mặt cắt dọc theo mạch vữa hình răng cưa.	2,4	1,6	0,8	0,4	0,2
7	Chịu ứng suất chính khi kéo ra R_{ra} Dọc theo mạch vữa xiên hình bậc thang	1,2	0,8	0,4	0,2	0,1

Ghi chú:

1. Cường độ tính toán của khối xây vữa ximăng cát nên giảm bớt 25%.

2. Cường độ tính toán của khối xây bằng các loại gạch rỗng nên tăng thêm 25%.

3. Cường độ tính toán do toàn mặt cắt của khối xây khi bị kéo hoặc bị cắt chịu.

4. Cường độ tính toán của khối xây bằng gạch đá có hình dáng kích thước nhất định với cường độ tính toán chịu kéo khi tỷ số giữa chiều dày mạch vữa với chiều cao mỗi lớp gạch đá nhỏ hơn 1, khối xây có mắt cắt dọc theo mạch vữa hình răng cưa khi chịu kéo dọc trục và chịu uốn thì phải lấy các trị số trong bảng 6 nhân với tỷ số giữa chiều dày mạch vữa và chiều cao mỗi lớp gạch đá mới được dùng.

Ví dụ 7: Tường gạch dày 33,5 cm; chiều dài nhịp L = 2m; chịu tải trọng tính toán phân bố đều nằm ngang q =300KG/m; gạch số hiệu 100, vữa số hiệu 25. Kiểm tra khả năng chịu lực của tường?

Giải:

Xét 1 đoạn tường cao 1m, ta có b = 100 cm, a = 33,5 cm.

Mômen uốn tính toán lớn nhất (giữa nhịp)

$$M_{max} = \frac{q.l^2}{8} = \frac{0,3.2^2}{8} = 0,15 \text{ Tấn/m;}$$

Lực cắt lớn nhất (ở gối tựa)

Q_{max} = 0,5.q.l = 0,5.0,3.2 = 0,3 Tấn.

Theo bảng 2.24 thì R_{ku} = 1,6 KG/cm^2

Theo cấu kiện trên ta có:

$$[M] = R_{ku}.W$$

$$W = \frac{1}{6}b.a^2 = \frac{1}{6}100.33{,}5^2 = 18.800 cm^3$$

$$[M] = 1{,}6.18.800 = 30100 Kgcm = 0{,}301 T.m > 0{,}15 T.m$$

An toàn khi chịu uốn.

- Kiểm tra khả năng chịu lực cắt ở gối tựa.

Theo bảng 2.24 ta có R_{kc} = 0,8 KG/cm^2

$$[Q] = R_{kc}.b.z$$

Trong đó b = 100cm;

z = 2/3a = 2/3.33,5 = 22cm

{Q} = 0,8.100.22 = 1760KG = 1,76 Tấn > 0,3 Tấn

An toàn khi chịu cắt.

6. Cấu kiện chịu cắt

Khi khối xây không có cốt thép ven theo mạch vữa ngang, thì lực cắt Q cần thoả mãn diều kiện;

$$Q \leq [Q] = (R_c + 0{,}8.f.n.\sigma_0).F$$

Trong đó:

R_c - cường độ chịu cắt tính toán của khối xây (Bảng 2.11, 2.12)

n - hệ số, bằng 1 với khối xây bằng gạch đá đặc; bằng 0,5 với khối xây bằng gạch rỗng.

f - hệ số ma sát trong, ven theo mạch vữa khối xây

f = 0,7 khối xây bằng gạch rỗng

f = 0,3 khối xây bằng khối rỗng

σ_0 - ứng suất nén trung bình khi lực dọc tính toán nhỏ nhất.

Khi đó hệ số vượt tải của trọng lượng bản thân khối xây $\eta = 0,9$. Ngoài kiểm tra cường độ mạch vữa, đối với khối xây bằng gạch có cường độ thấp còn phải kiểm tra cường độ của mặt cắt (Mặt cắt II-II hình 2.6) qua lớp gạch đá

$$Q \le R'_c.F'$$

Trong đó:

R'_c - cường độ chịu cắt tính toán khi khối xây bị phá hoại qua gạch hoặc qua tấm khối xây (Bảng 2.4)

F' - diện tích mặt cắt thực tế;

Ví dụ 8: Kích thước mặt cắt tường có cửa sổ là 77×100cm. Khối xây bằng gạch số hiệu 77, vữa ximăng vôi cát số hiệu 25. Căn cứ vào điều kiện cường độ chịu cắt, kiểm tra mặt cắt A - A của tường có cửa sổ hoặc mặt cắt này còn chịu lực đẩy tính toán nằm ngang của vòm H = 17 tấn. Khi đó tải trọng thẳng đứng nhỏ nhất trong thiết diện chịu cắt của tường cửa sổ tương ứng với lực đẩy N = 30 Tấn, chế độ làm việc cấp B, bền chắc cấp II (Hình 2.6).

Giải: F = 0,7; F = 77.100 = 7700cm^2;

$$\sigma_0 = \frac{30.000}{7700} = 3,9kg/cm^2$$; R_c = 1,1KG/cm^2 (Bnảg 1.27);

{H} = (1,1 + 0,8 . 0,7 . 3,9).7700 = 25.200kg > H =17.000kg;

Vì R'_c lớn hơn nhiều so với $R_c + 0,8.f.\sigma_0.n = 3,3kg/cm^2$, do đó không cần kiểm tra công thức lực cắt Q.

Bảng 2.25. Cường độ tính toán trong khối xây bằng gạch đá, vữa cát ximăng, cát đất sét ximăng (chế độ làm việc B).

Thứ tự	Trạng thái ứng suất và phân loại mặt cắt	Số hiệu vữa				
		100 và 50	25	10	4	2
1	Chịu kéo dọc trục R_k Các loại khối xây bằng gạch đá mặt cắt dọc theo mạch vữa suốt (lực dính pháp tuyến)	0,8	0,5	0,3	0,1	0,05
2	Mặt cắt dọc theo mạch vữa răng cưa:					

	1 - Khối xây bằng gạch đá có hình dáng kích thước nhất định	1,6	1,1	0,5	0,2	0,1
	2 - Khối xây bằng đá hộc	1,2	0,8	0,4	0,2	0,1
	Chịu kéo khi bị uốn R_p					
3	Các loại khối xây bằng gạch đá mặt cắt dọc theo mạch vữa suốt	1,2	0,8	0,4	0,2	0,1
4	Mặt cắt dọc theo mạch vữa hình răng					
	1 - Khối xây bằng gạch đá có hình dáng kích thước nhất định	2,5	1,6	0,8	0,4	0,2
	2 - Khối xây bằng đá hộc	1,8	1,2	0,6	0,3	0,15
5	Chịu cắt R_{cp} Các loại khối xây bằng gạch đá mặt cắt dọc theo mạch vữa suốt (lực dính tiếp tuyến)	1,6	1,1	0,5	0,2	0,1
6	Khối xây bằng đá hộc mặt cắt dọc theo mạch vữa hình răng cưa.	2,4	1,6	0,8	0,4	0,2
7	Chịu ứng suất chính khi kéo ra R_{ra} dọc theo mạch vữa xiên hình bậc thang	1,2	0,8	0,4	0,2	0,1

Bảng 2.26. Hệ số điều kiện làm việc m_k của khối xây bằng gạch, gạch rỗng, bằng tấm bê tông và bằng đá.

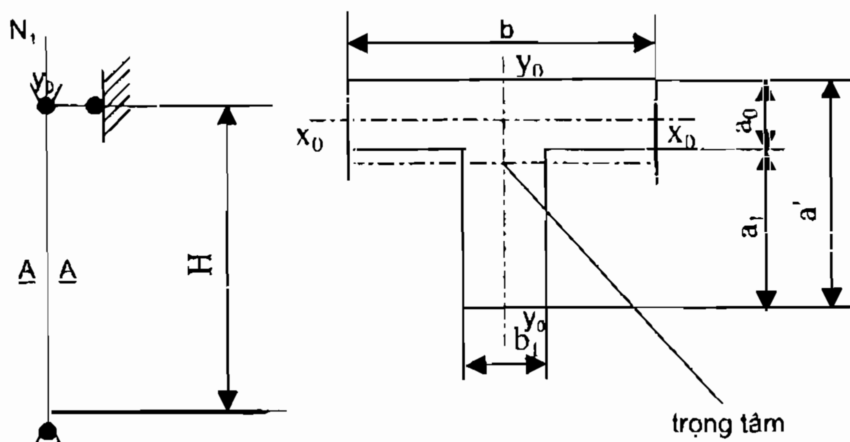
Thứ tự	Phân loại khối xây	Cấp bền chắc		
		I	II	III
1	Khối xây bằng gạch, khối xây bằng các loại gạch rỗng, khối xây bằng bêtông với cốt liệu bằng các loại bã quặng, đá bọt, than xỉ...	1	1	1
2	Khối xây bằng các tấm bêtông cốt liệu là loại xỉ than khói và xỉ than có khói.	0,9	1	1

3	Khối xây bằng các tấm bêtông cốt liệu là loại xỉ than non, xỉ than hỗn hợp.	-	0,8	0,9
4	Khối xây bằng đá:			
	1/ - Đá có số hiệu từ 50 trở lên	1	1	1
	2/ - Đá có số hiệu từ 30 trở xuống	0,9	1	1

Bài tập

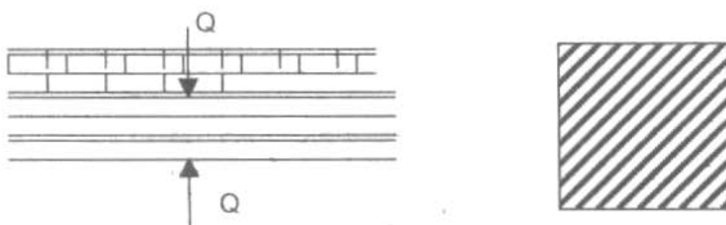
Bài 1: Cho tải trọng tính toán N = 25 Tấn, tác động vào mặt trên của cột. Chiều cao cột H = 4m. Đầu trên cột là đầu tự do. Khối xây bằng gạch số hiệu 75. Độ bền công trình cấp II, chế độ làm việc cấp B. Tính tiết diện cột?

Bài 2: Tìm số hiệu gạch, số hiệu vữa cột tiết diện chữ T, kích thước cho ở hình bên. Cột khớp hai đầu có chiều cao 112m. Tải trọng đúng tâm N = 60 Tấn. Độ bền chắc công trình cấp II, chế độ làm việc B.

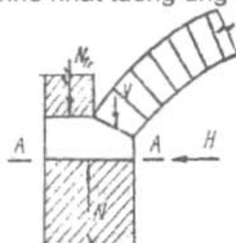


Bài 3: Xác định khả năng chịu tải của tường cao 4m, cửa ở giữa. Tường có cửa xây bằng bốn tấm bêtông xỉ số hiệu 75 loại đặc, cỡ lớn có chiều cao bằng nhau với vữa số hiệu 25. Tải trọng tác dụng vào trọng tâm mặt cắt tường, kích thước mặt cắt a = b = 50cm. Hai đầu là gối tựa khớp cố định, chế độ làm việc B, dung trọng bêtông $\gamma = 1600 kg/m^3$.

Bài 4: Cho khối xây có tiết diện thẳng đứng 33,5 × 68 cm^2; gạch số hiệu 75, vữa số hiệu 25. Xây theo kiểu chữ công. Trên khối xây có lực cắt tính toán Q = 5Tấn. Kiểm tra khả năng chịu cắt thẳng đứng của khối xây.



Bài 5: Tường có tiết diện 68 × 100cm xây bằng gạch đặc số hiệu 75, vữa số hiệu 25. Kiểm tra khả năng chịu cắt theo tiết diện AA. Lực đẩy của chân vòm đặt trên tường là H = 16 Tấn. Lực dọc nén thẳng đứng nhỏ nhất tương ứng với nó là N = 28 Tấn.



Chương 3

KHÁI NIỆM VỀ BÊ TÔNG VÀ BÊ TÔNG CỐT THÉP

Chương này nhằm giới thiệu khái quát về tính chất và đặc tính của bê tông dùng trong xây dựng. Phân loại mác bê tông, cường độ của bê tông, lựa chọn thành phần của bê tông và phương pháp thử trong phòng thí nghiệm. Ngoài ra còn giới thiệu về bê tông cốt thép, phạm vi ứng dụng của chúng. Học sinh cần phải hiểu và nắm vững chương này tiến tới tính toán các cấu kiện của bê tông và bê tông cốt thép.

I. KHÁI NIỆM VÀ ĐẶC ĐIỂM CƠ LÝ CỦA BÊ TÔNG VÀ BÊ TÔNG CỐT THÉP

1. Khái niệm về bê tông

Bê tông là một loại đá nhân tạo, chế từ hỗn hợp các loại vật liệu rời (cát, đá, sỏi...) và chất kết dính (ximăng trộn với nước hoặc các chất dẻo). Vật liệu rời gọi là cốt liệu, gồm hạt loại nhỏ kích thước từ 0,15 ÷ 5mm và loại lớn từ 5 ÷ 40mm.

Nguyên tắc cấu tạo bê tông là vật liệu lớn làm bộ khung. Vật liệu nhỏ lấp đầy khoảng hổng, chất kết dính để liên kết chúng lại thành một khối rắn chắc, chịu lực tốt và chống lại sự biến dạng.

Quá trình hình thành bê tông như sau: Đầu tiên trộn đều các thành phần: cát, đá sỏi, ximăng, nước thành một tỷ lệ hỗn hợp. Giai đoạn này hỗn hợp ở trạng thái nhão, sau đó tới giai đoạn keo hoá, vữa xi măng chuyển sang thể keo nhớt. Cuối cùng là rắn chắc và đông đặc. Chất keo kết tinh thành mạng tinh thể, tạo nên đá xi măng. Thời gian ở đoạn đầu khoảng 45 phút, giai đoạn giữa khoảng 12 giờ và giai đoạn cuối kéo dài vài tháng tới vài năm.

Nước là thành phần quan trọng của bê tông; một phần dùng để hoà với xi măng (chiếm khoảng 1/5 trọng lượng xi măng), một phần tạo dẻo cho hỗn hợp. Khi bê tông khô cứng, lượng nước sau trở thành thừa.

Cấu trúc của bê tông không đồng nhất do: kích cỡ đá khác nhau, một phần lượng nước thừa liên kết hoá học với hạt xi măng hoạt tính kém, một phần khác bốc hơi để lại các khe hở siêu nhỏ. Quá trình khô cứng của bê tông là sự thay đổi sự cân bằng nước, giảm chất keo nhớt, tăng mạng tinh thể đàn hồi, làm bê tông có tính đàn hồi - dẻo.

Phân loại bê tông: bê tông đặc biệt nặng ($\gamma > 2500kg/m^3$), bê tông nặng (γ = 1800 - 2500kg/m^3), bê tông nhẹ (γ = 500 - 1800 kg/m^3), bê tông đặc biệt nhẹ (dưới 500kg/m^3)

2. Tính chất cơ lý của bê tông

2.1. Các loại cường độ của bê tông

Cường độ là đặc trưng cơ học chính của bê tông, do đó có thể căn cứ vào cường độ để phân biệt các loại bê tông.

Người ta phân loại cường độ bê tông: loại nén khối vuông, nén lăng trụ, kéo trung tâm...Kết cấu bê tông chủ yếu là chịu nén.

- Cường độ nén khối vuông thường dùng làm chỉ tiêu cơ bản của cường độ bê tông. Do đó cường độ nén khối vuông còn gọi là mác bê tông. Cường độ nén khối vuông (R) bằng tỷ số giữa lực phá hoại (N) trên diện tích F của mặt chịu nén

$$R = \frac{N}{F}(daN/cm^2)$$

Bê tông nặng mác 100, 150, 200, 300, 400, 500 và 600.

Bê tông nhẹ mác 35,50,75,100,150,200,250 và 300.

Với bê tông không có cốt thép không nên dùng bê tông có mác lớn hơn 300.

- Cường độ nén khối lăng trụ (R_{lt}) đáy vuông (hoặc tròn) cạnh a, cao h. Khi tỷ số h/a tăng, thì cường độ mẫu thử giảm. Do đó quy định mẫu thử có

h/a = 3. Quan hệ giữa R_{lt} và R (với mác bê tông từ 200 trở xuống):

$$R_{lt} = \frac{1300 + R}{1450 + 3R} \cdot R$$

Với bê tông lớn hơn 200 thì: $R_{lt} = 0,7R$

Cường độ nén khối lăng trụ dùng để tính các cấu kiện chịu nén trung tâm.

- Cường độ chịu kéo trung tâm (R_k)

$$R_k = 0{,}97.\sqrt[3]{R^2}$$

Cường độ chịu kéo chỉ được dùng khi tính toán cấu kiện không cho phép có vết nứt.

- Cường độ chịu kéo khi uốn:

$R_{ku} = 1{,}7.R_k$

Cường độ chịu cắt:

$$R_c = 0{,}75.\sqrt{R_{lt}.R_k}$$

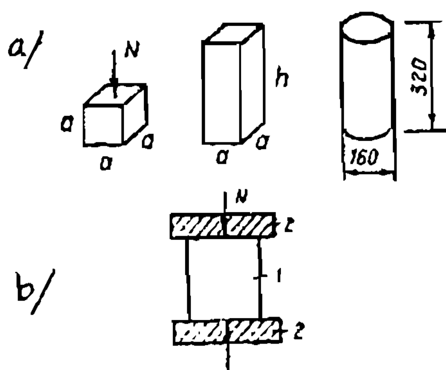
- Cường độ chịu nén cục bộ (R_{cb})

$$R_{cb} = \sqrt[3]{\frac{F}{F_{cb}}} \cdot R_{lt}$$

Trong đó: F: là diện tích toàn bộ tiết diện;

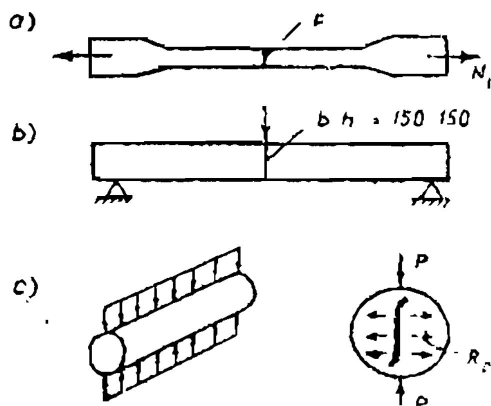
F_{cb}: là diện tích chịu ép cục bộ;

Trị số $\sqrt[3]{\frac{F}{F_{cb}}} \leq 1{,}5$



Hình 3.1. Mẫu thí nghiệm nén

1/ mẫu 2/ bàn máy nén



Hình 3.2. Mẫu xác định

a/ mẫu kéo b/ mẫu uốn c/ mẫu chẻ

Trường hợp trọng tâm của F_{ch} không trùng với trọng tâm F thì chỉ dùng phần diện tích đối xứng đối với trọng tâm của F_{ch}.

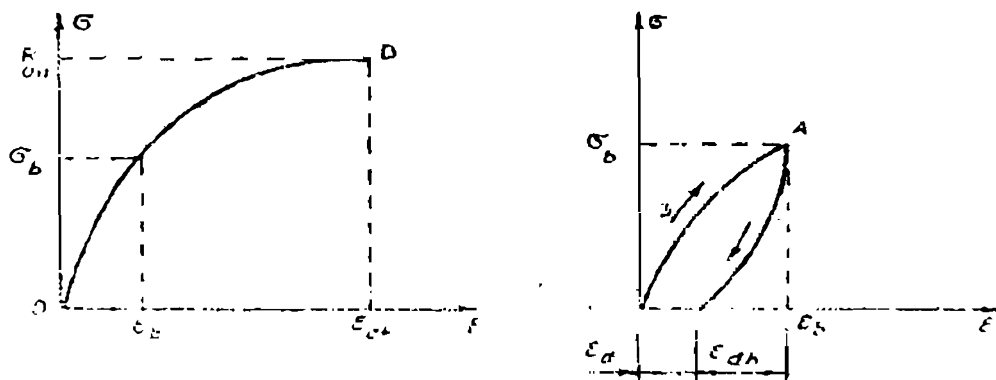
2.2. Độ chặt và sự thay đổi thể tích của bê tông

- Hiện tượng co ngót:

Bê tông giảm thể tích khi khô cứng trong không khí, gọi là hiện tượng co ngót của bê tông do đá xi măng gây ra. Hiện tượng này xảy ra chủ yếu ở giai đoạn khô cứng đầu tiên và trong năm đầu. Khi bê tông khô cứng trong nước, thể tích tăng lên. Mức độ nở bằng 1/5 - 1/2 mức độ co ngót.

- Biến dạng do tải trọng tác dụng ngắn hạn - Môđun đàn hồi của bê tông.

Thí nghiệm nén mẫu lăng trụ với tốc độ tải trọng tăng trung bình. Ta xây dựng được đồ thị ứng suất - biến dạng (Hình 3.3)



Hình 3.3. Đồ thị ứng suất - biến dạng của bê tông

Sơ đồ có biến dạng như trên là vì bê tông là vật liệu đàn hồi - dẻo. Phần biến dạng đàn hồi của bê tông ứng với các đoạn thẳng nghiêng trên đồ thị bậc thang hoặc tiếp tuyến với đồ thị cong tại gốc.

Áp dụng định luật Húc ta có:

$$\sigma_b = E_b.\varepsilon_{dh}$$

Trong đó:

σ_b là ứng suất nén trong bê tông;

E_b là môđun đàn hồi của bê tông;

ε_{dh} là biến dạng đàn hồi của bê tông;

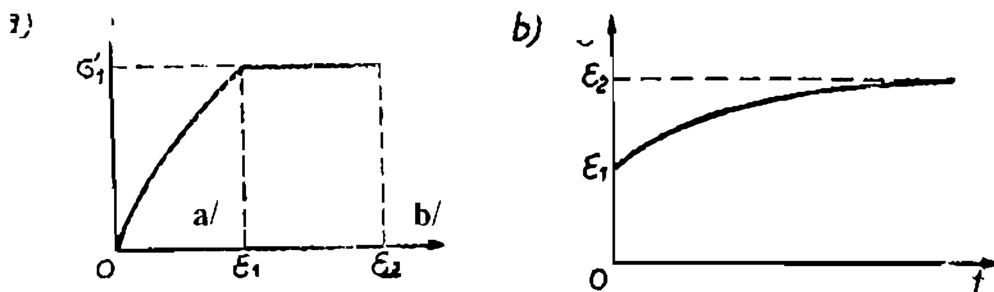
Môđun đàn hồi của bê tông nặng cho trong bảng 3.1.

Bảng 3.1. Môđun đàn hồi khi nén và kéo của bêtông E_b (daN/cm^2)

Mác bê tông	100	150	200	300	400	500	600
E_b	190.000	230.000	265.000	315.000	350.000	380.000	400.000

- Biến dạng do tải trọng dài hạn - Tính từ biến của bêtông

Khi tải trọng tác dụng dài hạn, biến dạng của bê tông vẫn tiếp tục tăng theo thời gian. Đầu tiên biến dạng dẻo tăng nhanh, sau chậm dần và khoảng vài năm sau thì dừng lại. Hiện tượng biến dạng tăng theo thời gian trong khi ứng suất không đổi gọi là tính từ biến của bê tông.



Hình 3.4. Biến dạng của bê tông do tải trọng tác dụng dài hạn

a/ Đồ thị ứng suất biến dạng b/ Đồ thị biến dạng theo thời gian

- Biến dạng do thay đổi nhiệt độ

Đây là loại biến dạng thể tích, phụ thuộc hệ số nở vì nhiệt của bêtông

$$\alpha_{tb} = (0,7 \div 1,5)10^{-5} \text{ / độ}$$

II. BÊ TÔNG CỐT THÉP VÀ ĐẶC TÍNH

1. Bản chất. Bê tông cốt thép bao gồm: bê tông và cốt thép.

Trước tiên đề cập tới đặc điểm của bê tông

1.1. Thành phần của bêtông

Thành phần của bê tông bao gồm: nước, xi măng, cốt liệu lớn, cát.

Nước là thành phần quan trọng, cần dùng nước sạch không chứa muối, axít, tạp chất hữu cơ, chất bẩn, dầu mỡ. Không được dùng nước có hàm lượng muối trên 5000mg/lít, nhiều hơn 2700mg ion SO_4^{--}/lít, độ pH<4.

Bảng 3.2. Lượng nước (V_n - lít) dùng để trộn 1m³ bê tông hỗn hợp dẻo

Độ sụt	**Sỏi có d_{max}(mm)**				**Đá dăm có d_{max}(mm)**			
	10	**20**	**40**	**70**	**10**	**20**	**40**	**70**
9 - 12	215	200	185	170	230	215	200	185
6 - 8	205	190	175	160	220	205	190	175
3 - 5	195	180	165	150	210	195	180	165
1 - 2	185	170	155	140	200	185	170	155

Căn cứ mác bê tông để chọn mác xi măng (Bảng 3.3)

Mác bêtông	100	150	200	250	300	400	500
Mác ximăng	300	300-400	400	400-500	500	500-600	600-700

Tỉ lệ $\frac{N}{X}$ (nước và xi măng) có ảnh hưởng lớn tới cường độ của bê tông

Khi $\frac{N}{X} \geq 0,4$ thì $\frac{N}{X} = \frac{A.R_x}{M + 0,5A.R_x}$

Trong đó: M - mác bê tông theo cường độ chịu nén;

R_x - mác xi măng;

A - hệ số phụ thuộc chất lượng cốt liệu;

Cốt liệu tốt A = 0,65; trung bình A = 0,6; Kém A = 0,55.

Khi $\frac{N}{X} < 0,4$ thì $\frac{N}{X} = \frac{A'.R_x}{M - 0,5.A.R_x}$

Hệ số A' tương ứng bằng 0,43; 0,4; 0,37.

Lượng ximăng cần dùng: $X = \dfrac{G_n}{\left(\left|\dfrac{N}{X}\right|\right)}$

Trong đó G_n là lượng nước: $G_n = \dfrac{V_n}{\gamma_n}$

- Cốt liệu lớn: có những qui định: cỡ hạt lớn nhất d_{max} không lớn hơn 1/3 kích thước bé nhất của cấu kiện và không lớn hơn 3/4 khoảng cách giữa hai mép cốt thép.

Lượng cốt liệu lớn tính bằng kg/m³ bê tông

$$Đ = \frac{1000.\gamma_{cl}}{r(K_d - 1) + 1}$$

Trong đó: γ_{cl} - khối lượng thể tích của cốt liệu

r - độ rỗng của cốt liệu

K_d - hệ số dư - hỗn hợp bê tông cứng K_d = 1,05 - 1,2.

Khi X = 250 - 400 thì K_d = 1,3 - 1,48 (đá dăm) và 1,34 - 1,52(đối với sỏi)

+ Cát: Cát dùng là loại cát thiên nhiên. Lượng cát dùng:

$$C = \left[1000 - \left(\frac{X}{\gamma_x} + \frac{D}{\gamma_d} + V_n\right)\right] \cdot \gamma_c$$

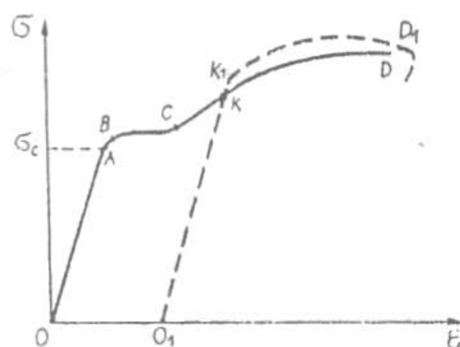
Trong đó: $\gamma_x, \gamma_d, \gamma_c$ là khối lượng riêng của ximăng

1.2. Cốt thép

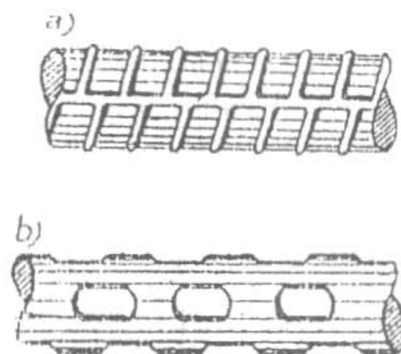
Cốt thép là thành phần quan trọng trong bê tông cốt thép. Cốt thép là thành phần chịu lực hoặc cấu tạo.

Có hai loại cốt thép: cốt mềm và cốt cứng. Cốt mềm được sử dụng trong bê tông cốt thép.

Tính chất cơ học của thép được trình bày trên đồ thị ứng suất - biến dạng (Hình 3.5). Đoạn OA biến dạng đàn hồi, qua điểm B là biến dạng dẻo.



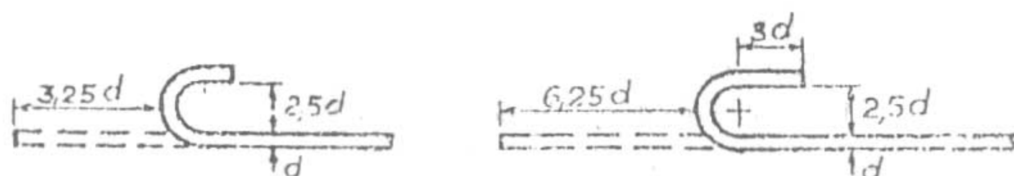
Hình 3.5



Hình 3.6. Cốt có gờ

a/ Cán nóng b/ Cán nguội

Đoạn BC giai đoạn chảy, sau đó mẫu thép bị đứt tại điểm D. Trường hợp kéo tới điểm K dừng lại, thép co lại theo đường KO_1, giới hạn đàn hồi của thép được nâng cao (đặc tính nguội). Cốt thép thường chia ra hai loại: cốt trơn và cốt có gờ (Hình 3.6). Căn cứ vào tính chất cơ học, cốt thanh chia làm 4 nhóm: AI, AII, AIII, AIV; trong đó AI cốt trơn, số còn lại là cốt gờ. Đối với cốt trơn khi chịu kéo đều phải móc neo ở hai đầu (Hình 3.7)



Hình 3.7. Kích thước móc neo

a) Khi uốn bằng máy b) Khi uốn bằng tay

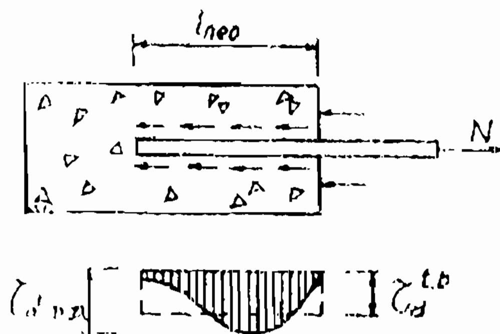
Để phân bố đều lực lên bê tông tại những chỗ uốn, cốt thép cần uốn cong với bán kính cong ít nhất 10d. Cốt thép có thể nối bằng hàn hoặc buộc. Dùng phương pháp nối với các loại cốt thép có đường kính < 32mm.

2. Đặc tính của bê tông cốt thép

2.1. Lực dính giữa bê tông và cốt thép

Bê tông và cốt thép có thể cùng kết hợp chịu lực là nhờ lực dính giữa chúng (lực bám của xi măng và lực ma sát). Lực bám chỉ chiếm khoảng 25%

toàn bộ, còn chủ yếu do lực ma sát. Do đặc điểm gồ ghề trên bề mặt cốt thép (cốt gờ), tạo ra lực ma sát rất lớn, giữ cho cốt thép không bị trượt khỏi bê tông. Lực dính biểu thị bằng ứng suất dính τ_d. Ứng suất dính phân bố không đều trên chiều dài thép neo (Hình 3.8).



Hình 3.8. Phân bố lực dính

Giá trị của nó tính theo công thức: $\tau_{dtb} = \dfrac{N}{S.l_{neo}}$

Trong đó: τ_{dtb} - ứng suất dính trung bình giữa bê tông và cốt thép

N - Lực kéo

S - chu vi tiết diện thép

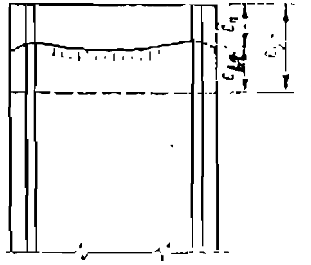
l_{neo} - chiều dài đoạn thép neo trong bê tông

Thí nghiệm cho thấy khi l_{neo} = (15 - 20)d thì bảo đảm thép không bị kéo tuột (chỉ bị đứt khi vượt quá giới hạn cho phép của cốt thép).

2.2. Độ co ngót của bê tông

Do có lực dính giữa bê tông và cốt thép, nên cốt thép sẽ cản trở sự co ngót của bê tông. Kết quả là trong cốt thép sẽ xuất hiện ứng suất nén, trong bêtông xuất hiện ứng suất kéo. Khi lượng cốt thép tăng lên nhiều, ứng suất kéo tăng tới mức có thể làm cho bê tông bị nứt, trong khi ứng suất nén trong cốt thép lại giảm. Nếu các phần tử cốt thép bố trí đối xứng, biến dạng do co ngót tự do của bê tông là ε_{yc}, biến dạng của bê tông cốt thép là ε_{a} sẽ nhỏ hơn độ lớn biến dạng kéo của bê tông ε_{bt}, như vậy:

$$\varepsilon_{yc} = \varepsilon_{a} + \varepsilon_{bt}$$



Hình 3.9. Xác định ảnh hưởng của co ngót tới trạng thái ứng suất các phần tử bê tông cốt thép

Ngoài ra lực trong bê tông sẽ bằng lực trong cốt thép

$$F_{bt}.\sigma_{bt} = F_a.\sigma_a$$

Suy ra
$$\sigma_{bt} = \frac{F_a.\sigma_a}{F_{bt}} = \mu.\sigma_a$$

Trong đó
$$\mu = \frac{F_a}{F_{bt}}$$

σ_b - Ứng suất kéo trung bình trong bê tông.

Ứng suất kéo trong bê tông do co ngót, cộng thêm với ứng suất kéo do tải trọng, làm cho bê tông xuất hiện vết nứt sớm hơn. Khi đã có vết nứt thì ảnh hưởng do co ngót sẽ giảm đi. Cốt thép cũng cản trở biến dạng do từ biến của bê tông nên trong bê tông và cốt thép xuất hiện ứng suất nội tại, làm giảm khả năng chịu lực của cấu kiện.

2.3. Hiện tượng ăn mòn cốt thép

Hiện tượng ăn mòn cốt thép do rỉ phụ thuộc vào độ chặt và khả năng thấm thấu của bê tông, tính chất của xi măng, tốc độ xâm nhập của chất lỏng và chất khí vào bề mặt bê tông,.... Có 3 dạng khác nhau;

Nhóm thứ nhất gây ra do tác dụng của nước, thấm qua bê tông hoà tan các thành phần của đá xi măng , thành hydrat ôxít canxi.

Nhóm thứ hai, do hoà tan vào nước hoặc không khí các chất hoá học gây phản ứng với các thành phần của đá xi măng.

Nhóm thứ ba liên quan tới muối không hoà tan, dẫn tới phá hoại cấu trúc của bê tông .

Biện pháp đơn giản nhất giữ cho bê tông khỏi tác động của môi trường là tăng độ chặt cho bê tông .Theo quy phạm quy định chiều dầy lớp bê tông bảo vệ côt thép (tính từ mép ngoài cốt thép tới mặt ngoài kết cấu) như sau:

- Các tấm bê tông cốt thép có bề dầy <100 mm; chiều dầy lớp bảo vệ là 10 mm.

- Các dầm, chiều cao ≥ 250 mm và các cột khi đường kính cốt thép

d ≤ 20mm	chiều dầy 20mm.
20 < d ≤32mm	chiều dầy 25mm.
d > 32mm	chiều dầy 30mm.

Trong dầm móng và móng lắp ghép chiều dầy 30mm.

Trong móng đổ tại chỗ khi không có lớp lót chiều dầy 70mm.

Móng đổ tại chỗ khi có lớp lót chiều dầy 35mm.

3. Phạm vi ứng dụng của bê tông cốt thép

Hiện nay bê tông cốt thép là vật liệu xây dựng chính, ứng dụng rộng rãi trong tất cả các lĩnh vực xây dựng: nhà cửa, cầu cống, đường xá, công trình thuỷ lợi... Đó là vật liệu không thể thay thế được trong các công trình ngầm. Bê tông cốt thép được sử dụng để xây dựng các nhà máy nhiệt điện và điện nguyên tử. Trong những năm gần đây, người ta còn ứng dụng bê tông ứng lực trước. Bê tông ứng lực trước có thể dùng cốt thép có cường độ cao, trong khi bê tông cốt thép thường không dùng được. Những khe nứt đầu tiên ở bê tông xuất hiện khi ứng suất kéo mới chỉ đạt 200 - 300KG/cm^2, ngược với thép cường độ cao (1000 - 12000KG/cm^2). Tính chống nứt và độ cứng tốt nên tăng được tính chống mỏi của kết cấu.

Câu hỏi ôn tập

1. Vai trò của nước trong hỗn hợp bê tông?
2. Các tiêu chuẩn xác định cường độ bêtông? Phương pháp xác định?
3. Tỷ lệ các thành phần của bêtông ? Phương pháp tính?
4. Đặc điểm của cốt thép? Ý nghĩa sử dụng cốt thép trong bê tông cốt thép .

Chương 4

PHƯƠNG PHÁP CHUNG VỀ TÍNH TOÁN KẾT CẤU CỦA BÊ TÔNG VÀ BÊ TÔNG CỐT THÉP

Nội dung của chương này nhằm giới thiệu các phương pháp tính kết cấu bê tông cốt thép, Phạm vi sử dụng của từng phương pháp; đặc biệt các phương pháp nghiên cứu thực nghiệm phổ biến rộng rãi ở các nước.

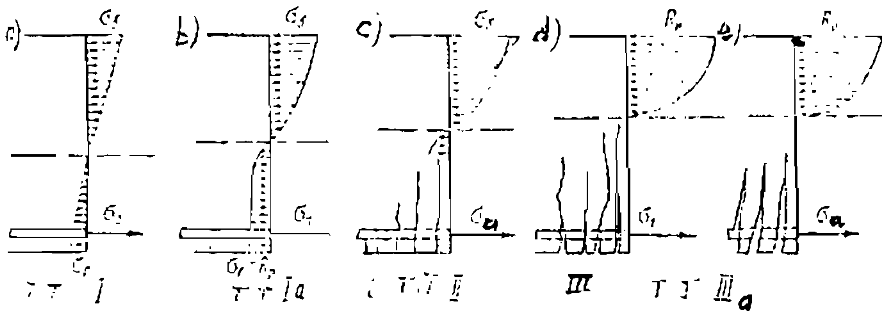
I. TÍNH THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN

Bê tông cốt thép gồm 2 loại vật liệu phối hợp: bê tông và cốt thép, do đó sự phân bố ứng suất trên tiết diện khác với các loại vật liệu đồng chất(thép, gỗ...). Bê tông và thép là vật liệu đàn hồi - dẻo, do đó đồ thị ứng suất và biến dạng không theo quy luật tuyến tính. Uốn phẳng là trường hợp phổ biến trong các kết cấu xây dựng. Thí nghiệm với cấu kiện chịu uốn, khi bắt đầu tác động tải trọng tới khi phá hoại, quan sát 3 giai đoạn chính của trạng thái ứng suất - biến dạng trên tiết diện thẳng góc với trục của cấu kiện như sau:

Giai đoạn 1: Khi bắt đầu đặt tải, ứng suất trong bê tông và cốt thép còn nhỏ, tiết diện làm việc tuân theo định luật Húc. Trục trung hoà trùng với trục dầm. Khi mômen tăng thêm, miền bê tông chịu kéo xuất hiện biến dạng dẻo. Miền chịu nén vẫn ở giai đoạn đàn hồi (Giai đoạn I). Tăng tải trọng sẽ làm tăng ứng suất trong vùng bị kéo của bê tông nhưng chậm hơn so với biến dạng. Biểu đồ ứng suất ở trong vùng này là một đường cong. Ứng suất trong bê tông đạt được giới hạn bền khi kéo R_k. Vùng chịu nén có biểu đồ ứng suất gần dạng tam giác. Trạng thái ứng suất này gọi là I_a. Giai đoạn I_a là cơ sở để tính toán cấu kiện bê tông cốt thép theo trạng thái giới hạn về vết nứt.

Giai đoạn 2: Tiếp tục tăng tải trọng, vùng chịu kéo của bê tông xuất hiện vết nứt, bê tông không làm việc, chuyển sang cho cốt thép chịu lực.

Trong vùng bị nén, biểu đồ ứng suất của bê tông có dạng đường cong (II). Giai đoạn 2 là cơ sở tính theo ứng suất cho phép (với biến đổi biểu đồ ứng suất ở vùng nén thành dạng tam giác). Khi tải trọng tiếp tục tăng, vết nứt trong vùng kéo mở rộng, ứng suất trong vật liệu tăng dẫn tới phá hoại dầm, nghĩa là ở giai đoạn 3.



Hình 4.1. Trạng thái ứng suất khi uốn

Giai đoạn 3: là giai đoạn phá hoại. Tuỳ theo khối lượng cốt thép nhiều hay vừa phải, cấu kiện có thể bị phá hoại theo một trong hai trường hợp sau:

Khi lượng cốt thép vừa phải, ứng suất trong cốt thép đạt giá trị giới hạn chảy R_a. Vết nứt tiếp tục phát triển. Miền bê tông chịu nén thu hẹp lại, trục trung hoà nhích lên. Ứng suất nén trong bê tông đạt tới giới hạn cường độ chịu nén khi uốn R_u thì tiết diện bị phá hoại.

Khi lượng cốt thép nhiều, ứng suất trong cốt thép chưa đạt tới R_a, ứng suất nén trong bê tông đạt tới R_u. Tiết diện bị phá hoại do miền bê tông chịu nén bị ép vỡ (III_a). Đây là trường hợp phá hoại giòn. Trong kết cấu không cho phép tính theo trường hợp phá hoại giòn vì rất nguy hiểm.

II. TÍNH THEO ỨNG SUẤT CHO PHÉP

1. Các giả thiết cơ bản

Phương pháp tính toán theo ứng suất cho phép dựa trên một số giả thiết sau:

- Phân bố ứng suất theo chiều cao tiết diện ở giai đoạn II của trạng thái ứng suất - biến dạng.

- Giả thiết vùng chịu kéo của bê tông không tham gia làm việc. Toàn bộ ứng suất kéo do cốt thép đảm nhận. Biểu đồ ứng suất trong vùng bê tông chịu nén có dạng phân bố tam giác.

- Tiết diện pháp (mặt phẳng chịu uốn) coi như vẫn phẳng sau khi uốn.

- Quan hệ ứng suất - biến dạng là tuyến tính (Định luật Húc).

- Môđun đàn hồi của bê tông không đổi. Trong tính toán đưa vào đại lượng $n = \frac{E_a}{E_b}$ cho mỗi mác bê tông. (E_a là môđun đàn hồi của cốt thép; E_b là môđun đàn hồi của bê tông).

- Độ lớn ứng suất trong bê tông và cốt thép không được vượt quá giới hạn cho phép.

2. Công thức tính

Để thiết lập công thức tính toán, coi bê tông cốt thép là vật liệu đồng nhất. Khi cân bằng biến dạng của bê tông và cốt thép ta có:

$$\varepsilon_a = \varepsilon_b$$

$$\frac{\sigma_a}{E_a} = \frac{\sigma_b}{E_b}$$

Suy ra $$\sigma_a = \frac{E_a}{E_b} \cdot \sigma_b = n.\sigma_b$$

Từ đó cho thấy, mỗi đơn vị diện tích cốt thép có thể thay thế n diện tích bêtông. Diện tích tiết diện qui dẫn $F_n = n.F_a + F_b$ được coi như đồng nhất, ta có thể ứng dụng các qui tắc của sức bền vật liệu. Ứng suất tại lớp sợi chịu nén ngoài cùng, đặt cách trục trung hoà một khoảng x

$$\sigma_b = \frac{M.x}{I_n}$$

Ứng suất kéo trong cốt thép chịu kéo và nén:

$$\sigma_a = \frac{n.M(h_0 - x)}{I_n}$$

$$\sigma'_a = \frac{n.M(x - a')}{I_n}$$

Chiều cao vùng nén x đặt từ điều kiện bằng không của mômen tĩnh của tiết diện qui dẫn S_n đối với trục trung hoà

$$S_n = \frac{b.x^2}{2} + n.F_a'(x - a') - n.F_a(h_0 - x) = 0$$

Ở đây:

F_a, F'_a - diện tích cốt thép vùng chịu kéo và chịu nén.

Nếu bỏ qua mômen quán tính của cốt thép đối với trục tương ứng, thì mômen quán tính của tiết diện qui dẫn đối với trục trung hoà là:

$$I_n = \frac{b.x^3}{3} + n.F'_a(x - a')^2 + n.F_a(h_0 - x)^2$$

Ứng suất cho phép: đối với bê tông ép hướng trục $[\sigma_a] = 0,4R_{28}$, ép khi uốn $[\sigma_b] = 0,45R_{28}$.

Đối với cốt thép $[\sigma_a] = 1250KG/cm^2$ (thép CT3); $[\sigma_a] = 1600KG/cm^2$ (thép CT5)

Nhược điểm của phương pháp này là coi bê tông là vật liệu đàn hồi. Thực tế bê tông là vật liệu đàn hồi - dẻo. Cơ sở phương pháp tính toán là giai đoạn II của trạng thái ứng suất. Kinh nghiệm cho thấy, ứng suất thực tế trong bê tông và trong cốt thép không trùng với tính toán; nó phụ thuộc vào số n. Ví dụ giảm n từ 20 xuống 2, sự thay đổi ứng suất trong bêtông là 130, còn trong cốt thép chỉ còn 10%, do đó rất khó đánh giá hệ số dự trữ của cấu trúc.

III. PHƯƠNG PHÁP NỘI LỰC PHÁ HOẠI

1. Điều kiện an toàn của kết cấu

Phương pháp tính toán theo điều kiện phá hoại, giai đoạn III của trạng thái ứng suất - biến dạng.

Thay công thức tính toán về ứng suất cho phép bằng giới hạn bền của bê tông và giới hạn chảy của cốt thép. Biểu đồ ứng suất của bê tông ở vùng chịu nén khi uốn có dạng đường cong (gần như parabol) được thay bằng tam giác. Việc thay này dẫn đến sai số khi xác định độ lớn mômen phá hoại (đến 2%), nhưng do phép đơn giản hoá công thức tính toán và mở rộng ra đối với tiết diện đối xứng bất kỳ. Vùng chịu kéo của bê tông không làm việc.

Đối với phần tử chịu uốn

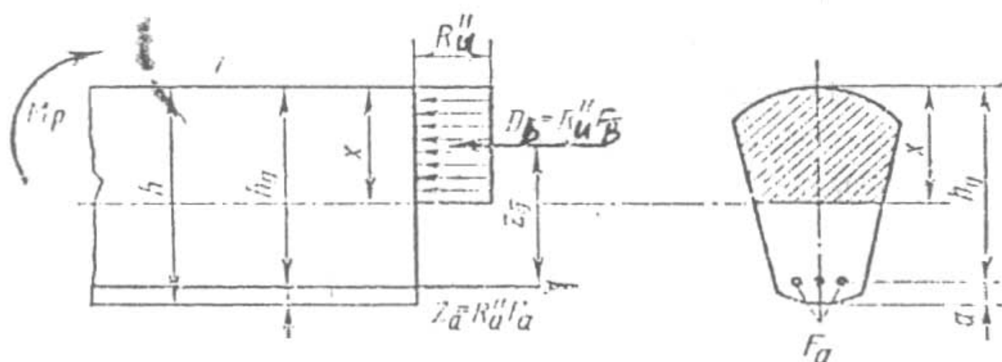
$$M = \frac{M_p}{n}$$

Đối với phần tử chịu nén

$$N = \frac{N_p}{K}$$

Ở đây:

M_p, N_p là mômen phá hoại và lực dọc phá hoại



Hình 4.2

Đối với phần tử bị uốn có tiết diện đối xứng bất kỳ với cốt thép đơn, mômen phá hoại được xác định từ điều kiện cân bằng

$$K_{dt}.M = M_p = R_u^H.F_b.Z_b$$

hoặc

$$K_{dt}.M = M_p = R_u^H.F_a.Z_b$$

Đối với phần tử nén trung tâm

$$K_{dt}.N = N_p = R_{gh}^H F_b + R_a^H F_a$$

K_{dt} hệ số dự trữ = 1,5 - 2,4

2 - Ưu nhược điểm của phương pháp tính theo tải trọng phá hoại

Ưu điểm của phương pháp này so với phương pháp ứng suất cho phép, là khi tính toán xác định hệ số dự trữ chung của kết cấu, gần với thực tế hơn.

Trong tính toán, nhiều trường hợp cần chi phí lượng thép ít hơn so với phương pháp ứng suất cho phép (tiết kiệm 30% - 50% cốt thép).

Nhược điểm của phương pháp này, chỉ có một hệ số dự trữ, mà chưa tính tới sự chênh lệch của yếu tố tải trọng, đặc tính bền của vật liệu đối với giá trị tính toán của nó.

IV. PHƯƠNG PHÁP THEO TRẠNG THÁI GIỚI HẠN

Trạng thái giới hạn là trạng thái mà kết cấu không còn thoả mãn các yêu cầu sử dụng, nghĩa là không còn khả năng chịu lực, biến dạng quá lớn hay khe nứt rộng quá mức cho phép. Tính toán phải đảm bảo cấu kiện làm việc tốt.

1. Ba trạng thái giới hạn

Quy phạm thiết kế kết cấu bêtông cốt thép đưa ra ba trạng thái giới hạn: trạng thái cường độ, trạng thái giới hạn về biến dạng và trạng thái giới hạn về vết nứt.

- Trạng thái giới hạn về cường độ

Khi đạt tới giới hạn này, cấu kiện không còn khả năng chiu lực, mất ổn định. Cơ sở tính toán về độ bền ứng với giai đoạn III của trạng thái ứng suất. Điều kiện bền của kết cấu đặc trưng bởi bất đẳng thức:

$$N \leq \Phi\left(S, R_b^H K_b m_b, R_a^H K_a m_a\right)$$

Trong đó:

N - lực tại tiết diện (ví dụ mômen uốn hoặc lực pháp tuyến...) phụ thuộc vào tải trọng định mức, hế số quá tải, sơ đồ tính toán của cấu kiện.

Φ - khả năng chịu tải tính toán của tiết diện (nén, kéo, uốn...) là hàm của kích thước hình học, tính chất đàn hồi - dẻo của tiết diện S, sức bền định mức của bê tông và cốt thép, hệ số đồng nhất K, hệ số điều kiện làm việc m.

Ta biết $R_b^H K_b m_b = R_b; R_a^H K_a m_a = R_a$

Ta có thể rút gọn:

$$N \leq \Phi\left(S, R_b, R_a\right)$$

Nếu thoả mãn điều kiện trên, độ bền của cấu trúc được bảo đảm.

Trên cơ sở giai đoạn II của trạng thái ứng suất - biến dạng, có biểu đồ ứng suất tam giác trong bê tông và cốt thép. Độ bền của cấu kiện được đảm bảo nếu ứng suất này không vượt quá giá trị độ bền tính toán trong bê tông và cốt thép (Bảng 4.1, 4.2).

- Trạng thái giới hạn về biến dạng

Khi đạt tới giới hạn này, cấu kiện bị biến dạng khá lớn, làm ảnh hưởng hoặc không sử dụng được nữa, dù cấu kiện vẫn chịu được lực.

Việc tính toán nhằm xác định xem cấu trúc đã đạt được độ bền đủ hay chưa. Trạng thái biến dạng của cấu kiện và so sánh với biến dạng cho phép. Kiểm tra sử dụng thực tế của cấu kiện và đưa tới tiêu chuẩn (định mức).

Tính toán biến dạng theo tải trọng định mức. Công thức tổng quát:

$$f \leq \Delta$$

Trong đó:

f - biến dạng tính toán, có tính tới biến dạng dẻo của vật liệu và tải trọng tác dụng dài hạn.

Δ - Biến dạng định mức.

- Trạng thái giới hạn về vết nứt.

Tính toán độ lớn của lực có thể tạo nên vết nứt (M_n hoặc N_n). Đó là những lực cần tính biến dạng và bề rộng của vết nứt.

Tính toán sự mở rộng của vết nứt a_n; so sánh với tiêu chuẩn a_{ntc}.

$$a_n \leq a_{ntc}$$

Bề rộng giới hạn của vết nứt cần phải nhỏ hơn:

0,1 mm đối với phần tử chịu áp lực chất lỏng và bị kéo ly tâm hay hướng tâm.

0,2 mm đối với phần tử chịu áp lực chất lỏng và bị uốn.

0,3 mm đối với các trường hợp còn lại;

Tóm lại, trong mọi trường hợp, tiết diện kết cấu đều phải đảm bảo tính theo trạng thái giới hạn về cường độ. Ngoài ra tuỳ theo yêu cầu sử dụng và quy định của qui phạm đối với mỗi loại kết cấu, phải tính kiểm tra theo điều kiện giới hạn về biến dạng hay vết nứt. Trường hợp cần thì kiểm tra sự ổn định của cấu kiện (chống trượt, chống lật...)

Bảng 4.1. Cường độ tính toán của bê tông (KG/cm²)

Dạng ứng suất	Ký hiệu	Mác bê tông								
		50	**75**	**100**	**150**	**200**	**300**	**400**	**500**	**600**
- Nén dọc trục (tính bền).	R_n	20	30	44	65	80	130	170	200	230
- Nén khi uốn.	R_U	25	37	55	80	100	160	210	250	280
- Kéo dọc trục.	R_K	2,7	3,6	4,5	5,8	7,2	10,5	12,5	14	15
- Kéo khi tính toán. Khi vết nứt hình thành và mở ra.	R_T	3,8	5	6,3	8	10	14,5	17,5	19.5	21

Bảng 4.2. Cường độ tính toán của cốt thép (KG/cm²).

Loại cốt thép	Kéo		Nén $R_{a.c}$
	Kéo dọc, ngang uốn theo tiết diện nghiêng R_a	**Kéo ngang, xiên khi tính lực ngang $R_{a.x}$**	
Thép tròn AI Thép CT3	2100	1700	2100
Thép AII	2700	2150	2700
Thép AIII	3400	2700	3400
Thép AIV	5100	4100	3600
a) Đường kính 3 ÷ 5,5 mm b) Đường kính 6 ÷ 8 mm	3150 2500	2200 1750	3150 2500

Câu hỏi ôn tập

1. Trình bày phương pháp tính theo trạng thái giới hạn ? Ý nghĩa của phương pháp này trong thực tế tính toán

2. Trình bày phương pháp tính theo trạng thái ứng suất cho phép? Ưu nhược điểm của nó.

3. Trình bày phương pháp tính theo nội lực phá hoại? Ưu nhược điểm của phương pháp.

4. Người ta dùng phương pháp theo trạng thái giới hạn trong trường hợp nào? Giải thích minh hoạ?

Chương 5

TÍNH TOÁN KẾT CẤU BÊ TÔNG CỐT THÉP

Chương này nhằm giới thiệu các phương pháp tính toán các cấu kiện thường gặp trong xây dựng: Tính toán cột theo kéo nén đúng tâm, kéo nén lệch tâm và dầm chịu uốn với các dạng tiết diện khác nhau. Qua đó học sinh có thể áp dụng trong tính toán thực tế hoặc kiểm tra lại xem các cấu kiện có thể làm việc ổn định hay không. Kiến thức cơ bản thuộc lĩnh vực sức bền vật liệu.

I. NHỮNG VẤN ĐỀ CHUNG VỀ BÊ TÔNG CỐT THÉP

Như ta đã biết, trong xây dựng các công trình hiện đại và vĩnh cửu không thể không dùng tới vật liệu là bê tông cốt thép.

Bê tông là loại đá nhân tạo, là sự kết hợp giữa đá, cát, nước và ximăng.

Đặc điểm quan trọng của bê tông là tính chịu nén rất tốt, nhưng khả năng chịu kéo và uốn kém. Chính vì lý do đó mà bê tông chỉ được dùng làm móng hoặc các cấu kiện chịu nén đơn thuần. Khắc phục điểm yếu này của bê tông người ta tăng cường khả năng chịu kéo và uốn cho nó bằng cốt thép. Miền chịu kéo của cấu kiện bê tông bố trí các sợi thép dọc chịu lực, nhờ vậy mà phạm vi ứng dụng của bê tông cốt thép rất rộng rãi trong các ngành công, nông nghiệp quan trọng. Cấu kiện cột, dầm, vòm, bể chứa, đập thuỷ lợi, các công trình biển,....

Người ta nói bê tông cốt thép là vật liệu lý tưởng trong xây dựng của thế kỷ 20. Ngày nay, công nghệ bê tông cốt thép phát triển rất mạnh: bê tông dự ứng lực, bê tông lưới thép, bê tông nhẹ,... đã góp phần hoàn thiện các công trình thế kỷ.

II. CẤU KIỆN CHỊU KÉO - NÉN ĐÚNG TÂM

1. Cấu tạo cột: Nén trung tâm, khi các cấu kiện chịu tác dụng ngoại lực nén dọc trục của cấu kiện (cột nhà, các thanh chịu nén trong dàn,...). Trường hợp này ứng suất phân bố đều trên toàn tiết diện ngang.

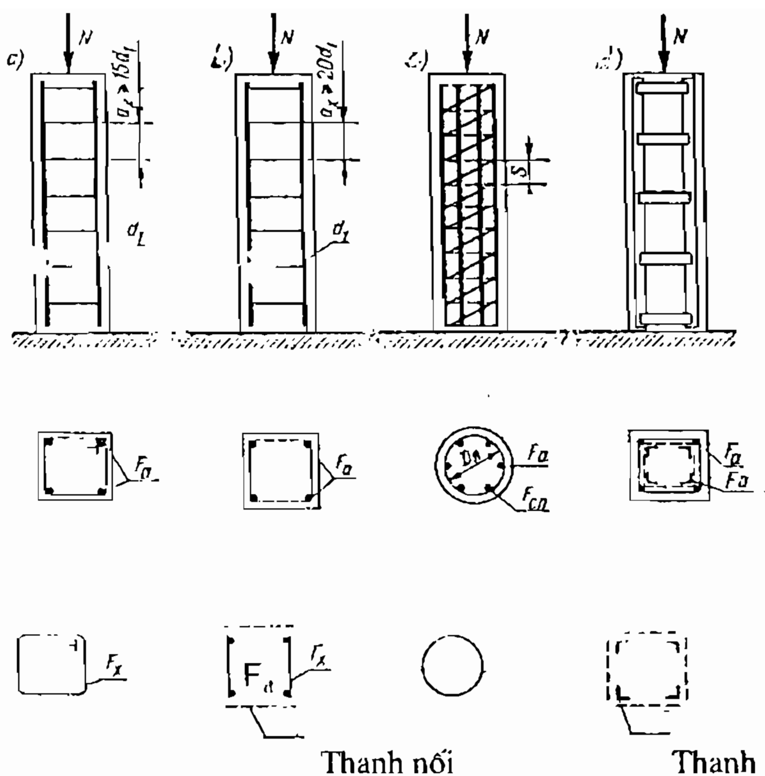
Cột bê tông cốt thép chia làm 3 kiểu chính

- Cốt thép dọc và cốt thép đai dẻo (Hình 5.1 a,b)
- Cốt thép xiên dạng xoắn (Hình 5.1 c)
- Cốt thép cứng (chịu lực) (Hình 5.1 d)

Chọn dạng cấu trúc nào phụ thuộc vào công dụng của công trình, độ lớn tải trọng,.... Hiện nay phổ biến nhất là cột có tiết diện vuông hoặc chữ nhật

Kích thước tiết diện ngang của cột xác định bằng tính toán, là bội số của 50 mm, nếu kích thước cạnh tiết diện cột không vượt quá 500 mm và bội số 100 mm với cột có kích thước lớn hơn. Độ mảnh của cấu kiện là tỷ số $\frac{l_0}{b}$ không được vượt quá 40 (l_0 - chiều dài tính toán cấu kiện, b - cạnh nhỏ nhất của tiết diện). Đối với cốt dọc thường dùng loại AI, AII, AIII. Cốt thép của cột có thể là các thanh riêng rẽ (Hình 5.1 a) hoặc những thanh được hàn (Hình 5.1 b). Đường kính cốt dọc từ 12 ÷ 40 mm. Đối với cột lớn, mác bê tông cao hơn 200 có thể dùng cốt thép đường kính lớn hơn. Hàm lượng cốt thép μ: $0,3\% < \mu\% = \frac{F_a}{F_b} \cdot 100 < 3\%$. Nếu $\mu < 0,3\%$ thì coi như cột bê tông trong tính toán không tính đến cốt thép chịu lực. Đối với cột có cạnh nhỏ không lớn hơn 25 mm, chọn đường kính cốt dọc không nhỏ hơn 16 mm. Khoảng cách giữa các cốt dọc không lớn hơn 400 mm và không nhỏ hơn 50 mm, khi cấu kiện bê tông thẳng đứng. Khi cấu kiện bê tông nằm ngang ở dạng cột lắp ghép, khoảng cách này có thể giảm đến 30 mm. Độ dầy lớp bảo vệ phụ thuộc đường kính cốt dọc: Khi $20 < d < 32$ mm thì độ dầy ≥ 25 mm. Khi $d > 32$ mm thì độ dầy ≥ 30 mm. Để đảm bảo ổn định của cốt dọc liên kết với cốt đai thì đường kính cốt đai phải chọn phụ thuộc đường kính cốt dọc (thường ≥ 0,2d). Bước cốt đai nói chung ≤ 500 mm. Trong liên kết hàn ≤ 20d.

Cốt dọc trong cấu kiện chịu nén trung tâm không có móc ở đầu.



Hình 5.1. Cột

2. Công thức tính toán

Khả năng chịu lực của cấu kiện chịu nén trung tâm được xác định từ điều kiện sử dụng hết khả năng chịu lực của bê tông và cốt thép. Điều này có nghĩa là ứng suất trong bê tông đạt tới giới hạn, cường độ chịu nén lăng trụ và trong cốt thép đạt tới giới hạn chuẩn.

Khả năng chịu lực của cột trong trạng thái giới hạn được xác định theo bất đẳng thức:

$$N \leq R_b.F_b + R_a.F_a \qquad (5.1)$$

Trong đó:

N - Lực tính toán

R_b - Cường độ chịu nén dọc trục tính toán của bê tông.

R_a - Cường độ chịu nén tính toán của cốt thép.

Xét tới ảnh hưởng của uốn dọc, ta dùng hệ số uốn dọc $\varphi \leq 1$; độ mảnh của cột:

$$\lambda = \frac{l_0}{r} \leq 30.$$

(Đối với tiết diện chữ nhật $\frac{l_0}{b} \leq 8$)

$$N \leq \varphi .(R_b.F_b + R_a.F_a) \qquad (5.2)$$

Lực dọc qui dẫn N_{qd}, phụ thuộc vào độ lớn tải trọng dài hạn và ngắn hạn:

$$N_{qd} = \frac{N_{dh}}{m_{dh}} + N_{ngh} \qquad (5.3)$$

Trong đó: N_{dh} - Tải trọng tác dụng dài hạn.

N_{ngh} - Tải trọng tác dụng ngắn hạn.

φ , m_{dh} được xác định bằng thực nghiệm phụ thuộc vào $\lambda = \frac{l_0}{r}$ (bảng 5.1). Trong bảng cho giá trị φ và m_{dh} đối với tiết diện chữ nhật và tròn phụ thuộc vào l_0/b và l_0/D, trong đó: l_0 - chiều dài tính toán, b - cạnh nhỏ nhất của tiết diện, D - Đường kính phần tử.

Sơ bộ chọn $\varphi = m_{dh} = 1$ và $\mu\% = 1\%$. Kích thước tiết diện xác định theo công thức:

$$F_b = \frac{N_n}{(R_b + \mu \cdot R_a) \cdot \varphi}$$

Sau đó xác định diện tích của cốt thép:

$$F_a = \frac{\frac{N}{\varphi} - R_b \cdot F_b}{R_a}$$

Như vậy bài toán qui về ba dạng:

- Biết kích thước tiết diện bê tông và lực dọc, tính diện tích cốt thép chịu nén.
- Biết lực dọc, tính diện tích tiết diện bê tông chịu nén.
- Biết kích thước tiết diện (F_a, F_b) tính khả năng chịu lực của cấu kiện.

Ví dụ 9: Thiết kế tiết diện cho cột bằng bê tông cốt thép chịu nén trung tâm, chiều dài tính toán l_0 = 4 m, tiết diện vuông. Tải trọng tác dụng dài hạn N_{dh} = 140 tấn, ngắn hạn N_{ngh} = 40 tấn. Bê tông mác 200, thép loại AII (R_a = 2700 KG/cm^2)

Giải: Bê tông mác 200, tra phụ lục có R_b = 800 daN/cm^2.

Giả thiết $\mu = 0{,}01$; $m_{dh} = 1$; $\varphi = 1$. Ta có:

$$F_b = \frac{N_n}{(R_b + \mu \cdot R_a)\cdot \varphi} = \frac{140.000 + 40.000}{(80 + 0{,}01 \cdot 2700)\cdot 1} = 1680 \text{ cm}^2.$$

Xác định cạnh b của tiết diện

$$b = \sqrt{F_b} = \sqrt{1680} \approx 41 cm.$$

Chấp nhận b = 40 cm thì F_b = 1600 cm^2

Độ mảnh của cấu kiện $\frac{l_0}{b} = \frac{400}{40} = 10$

Theo bảng 5.1, tìm được $m_{dh} = 1$, $\varphi = 0{,}98$. Ta có:

$$N_{qd} = \frac{N_{dh}}{m_{dh}} + N_{ngh} = \frac{140}{1} + 40 = 180 \text{ tấn}.$$

Cuối cùng ta có:

$$F_a = \frac{\frac{N}{\varphi} - R_b \cdot F_b}{R_a} = \frac{\frac{180.000}{0{,}98} - 80 \cdot 1600}{2700} = 20{,}6 \text{ cm}^2.$$

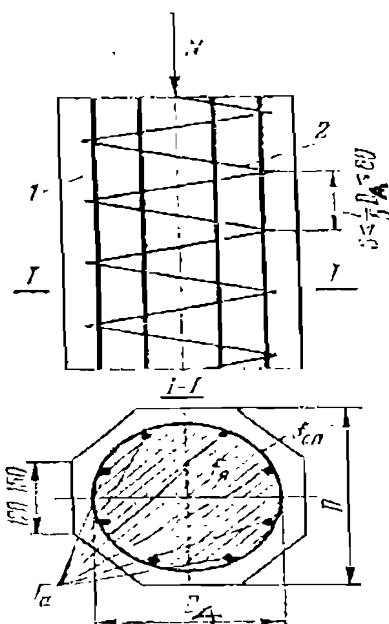
Chọn 8Φ18AII có F_a = 20,36 cm^2 (μ = 1,27%).

+ Cột có cốt thép xiên (Hình 5.2)

Kinh nghiệm cho thấy, loại cốt này có thể tăng khả năng chịu lực của cấu kiện.

Bố trí cốt ngang có bước nhỏ gọi là cốt xiên, giữ cho bê tông không bị biến dạng ngang đồng thời khả năng chịu lực dọc trục. Ưu điểm của kết cấu này là giảm được tiết diện ngang khi cùng chịu một tải trọng. Dùng thép tròn

đường kính 6 ÷ 16 mm, cốt dọc có từ 6 ÷ 8 thanh đặt cách nhau 12 ÷ 15 cm; bước xoắn không lớn hơn 1/5 đường kính lõi, nhưng lại không lớn hơn 8 cm.



Hình 5.2. Cọt có cốt xiên

1. Cốt dọc   2. Cốt xiên

Bước nhỏ nhất ≥ 3 cm.Khả năng chịu lực của cột, xác định theo công thức thực nghiệm sau:

$$N \leq R_b.F_b + R_{ax}.F_a + 2.R_{ax}.F_q \quad (5.4)$$

Trong đó:

F_q - Diện tích tiết diện đường xoắn qui dẫn

$$F_q = \frac{\Pi \cdot D.f}{s}$$

D,s - Đường kính và bước xoắn của thanh xoắn (xiên).

R_{ax} - Cường độ tính toán cốt thép xiên khi kéo.

Tính toán theo các công thức trên, khi diện tích tiết diện đường xoắn qui dẫn không nhỏ hơn 25% so với diện tích tiết diện cốt dọc và $l^0/_D \leq 10$.

III. CẤU KIỆN CHỊU UỐN

1. Đặc điểm cấu tạo

Cấu kiện chịu uốn thường gặp nhiều trong thực tế: dầm, sàn, lanh tô,.... Về mặt hình dạng và cấu tạo, cấu kiện chịu uốn chia làm hai loại chính là dầm và sàn. Bê tông thường dùng mác 150, 200, thép loại AI, AII.

1.1. Cấu tạo của sàn

Sàn là loại kết cấu dạng tấm phẳng, có chiều dầy nhỏ hơn nhiều so với chiều dài và chiều rộng (h = 50 ÷ 100 mm). Sàn có thể một nhịp hay nhiều nhịp; chịu lực một chiều hay hai chiều; thi công tại chỗ hoặc dùng các tấm panen đúc sẵn. Cốt thép trong sàn gồm cốt chịu lực và cốt phân bố. Cốt chịu lực đặt ở vùng chịu kéo (đường kính 6 ÷ 12 mm). Khoảng cách hai thanh thường không nên quá 200 mm.

Trường hợp sàn một nhịp trên hai gối tựa tự do, tải trọng phân bố đều (Hình 5.3 a). Biểu đồ mômen uốn đơn trị và gây ra kéo ở mặt sàn dưới, do đó toàn bộ cốt thép làm việc đặt ở vùng kéo phía dưới của cấu kiện.

Trường hợp sàn ngàm hai đầu (Hình 5.3b), biểu đồ mômen uốn hai giá trị. Phần gối tựa, vùng kéo ở phía trên. Trong nhịp vùng kéo ở phía dưới.

Trường hợp sàn có nhiều gối tựa, dầm đa nhịp. Biểu đồ mômen uốn, khi tải trọng phân bố đều, trong nhịp mang dấu dương, tại gối tựa mang dấu âm. (Hình 5.3c).

Trường hợp (Hình 5.3d) là sàn công sôn, biểu đồ mômen uốn đơn trị. Vùng kéo ở phía trên, do đó cốt thép phân bố ở mặt trên sàn. Sàn là cấu kiện bê tông cốt thép đơn giản; cùng với dầm nhằm che phủ các cấu kiện đơn giản hơn.

1.2. Cấu tạo dầm

Dầm là cấu kiện nằm ngang đỡ sàn. Cốt thép chịu kéo của dầm bố trí ở vùng chịu kéo. Ngoài cốt thép dọc, còn có cốt thép ngang (cốt đai). Cốt đai và cốt dọc có thể là khung liên kết (Hình 5.4b) hoặc hàn (Hình 5.4a).

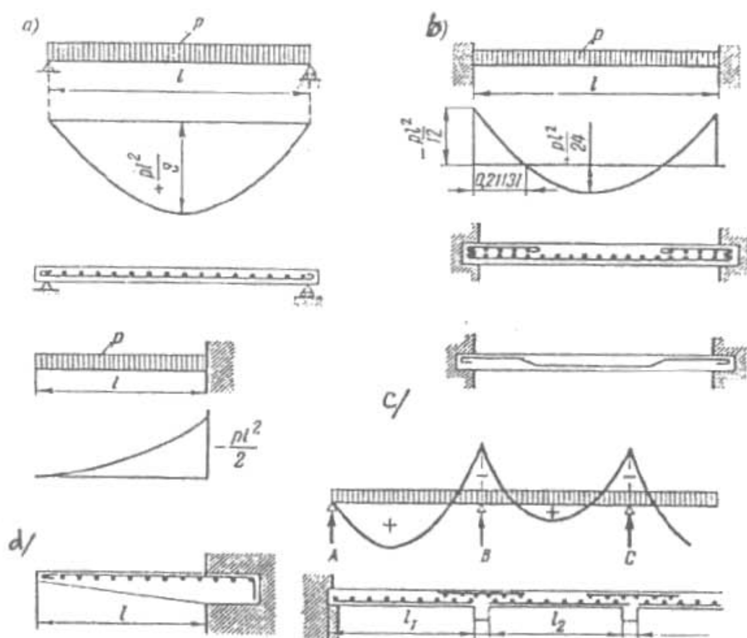
Tiết diện ngang của dầm có thể là chữ nhật, chữ T, chữ I, hình hộp, hình thang.

Đối với tiết diện chữ nhật có thể chọn:

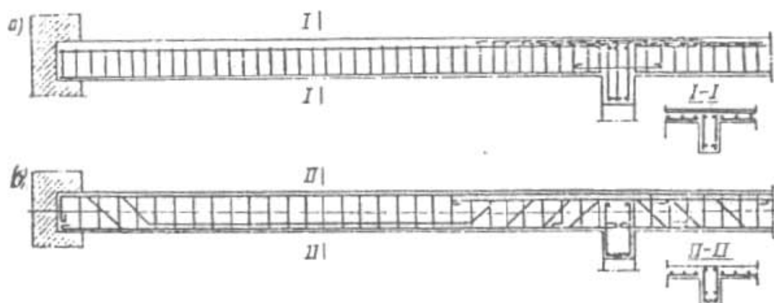
$$\text{Chiều cao } h = \left(\frac{1}{20} \div \frac{1}{8}\right)l \text{ - (l - là nhịp)}$$

Chiều rộng $b = \left(\frac{1}{4} \div \frac{1}{2}\right)h$

Để thuận tiện làm ván khuôn và tiêu chuẩn hoá kích thước, chiều cao h nên chọn là bội số của 50 mm. Khi h > 600 mm, chọn bội số là 100 mm. Chiều rộng b nên chọn 100, 120, 150, 180, 200, 220, và 250 mm. Nếu lớn hơn thì chọn bội số của 50mm.

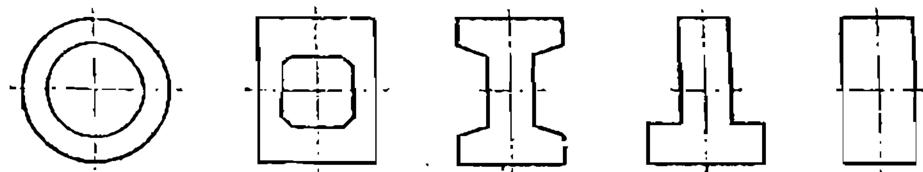


Hình 5.3. Cấu kiện chịu uốn (sàn)



Hình 5.4. Dầm bê tông cốt thép

a - Các thanh hàn b - thanh liên kết



Hình 5.5. Tiết diện ngang của dầm

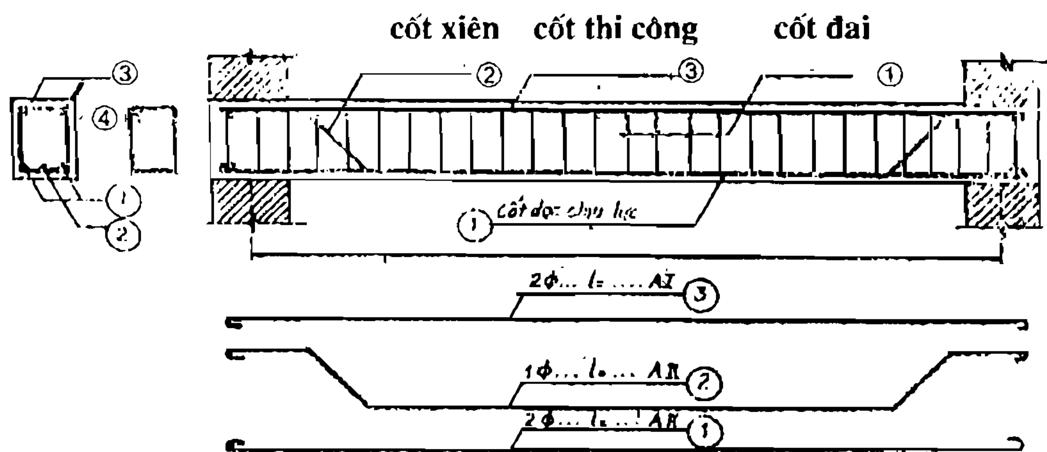
Chiều sâu đầu dầm gối vào tường qui định như sau:

Khi h ≤ 500 mm, chiều sâu lấy bằng chiều dài viên gạch (220 mm)

Khi h > 500 mm, chiều sâu lấy 330 mm.

Cốt thép trong dầm có: cốt dọc chịu lực, cốt thi công, cốt đai, cốt xiên (Hình 5.6). Đường kính cốt chịu lực 12 ÷ 32 mm, cốt thi công 10 ÷ 12 mm, cốt đai 6 ÷ 8 mm.

Cần lưu ý, để thuận tiện cho thi công, đường kính cốt dọc chịu lực trong một dầm không nên chọn quá hai loại. Khi b > 150 mm thì ít nhất phải có hai thanh cốt chịu lực. Khi b < 150 mm, có một cốt chịu lực.



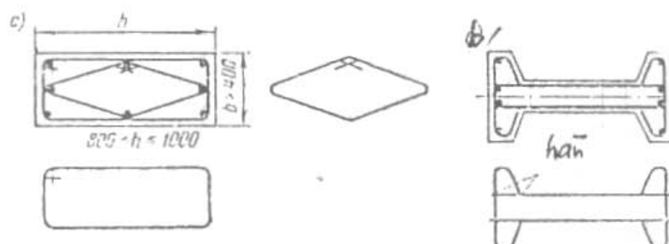
Hình 5.6. Các loại cốt thép trong dầm

Trường hợp cốt chịu lực đặt thành hai lớp, phải tuân thủ theo qui tắc sau:

Lớp bê tông bảo vệ a_b, khi d ≤ 20 mm thì $a_b \geq 20$ mm.

khi 22 < d ≤ 30 mm thì $a_b \geq 25$ mm

khi d > 30 mm thì $a_b \geq 30$ mm



Hình 5.7. Cốt đai

Cốt thi công nhằm giữ cố định vị trí cốt đai và cốt chịu lực, chịu ứng suất do bê tông co ngót hoặc thay đổi nhiệt độ. Tổng diện tích tiết diện cốt thi công ≥ 0,1% diện tích tiết diện ngang của dầm.

Cốt xiên do cốt dọc bẻ lên, chịu nội lực ngang, dùng cho cốt buộc.

Cốt đai có nhiệm vụ liên kết giữa vùng chịu kéo và chịu nén của tiết diện dầm. Chịu nội lực ngang.

2. Tính toán cường độ trên tiết diện thẳng góc

2.1. Tính toán độ bền cấu kiện chịu uốn có tiết diện đối xứng bất kỳ

Cơ sở tính toán cấu kiện bê tông cốt thép trong trạng thái giới hạn cường độ là giai đoạn III_a. Để bê tông không bị phá hoại dòn (vùng III_a), qui phạm qui định khi sử dụng các phương trình cân bằng, phải thoả mãn điều kiện:

$$\frac{S_b}{S_0} \leq \xi \qquad (5.5)$$

Trong đó:

S_b - Mômen tĩnh của diện tích vùng bị nén của bê tông đối với trọng tâm của cốt thép chịu kéo.

S_0 - Mômen tĩnh của tất cả diện tích tiết diện bê tông đối với cùng trục đó.

ξ - Hệ số phụ thuộc vào mác bê tông.

Theo thực nghiệm ξ được xác định:

Bê tông có mác 400 - $\xi = 0,8$

Bê tông có mác 500 - $\xi = 0,7$

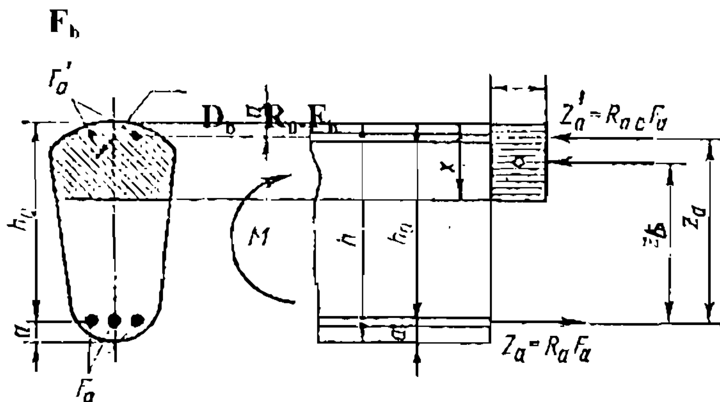
Bê tông có mác 600 - $\xi = 0,65$

Mômen uốn do ngoại lực phải nhỏ hơn khả năng chịu lực của tiết diện

Hay $\qquad M < M_{td}$

Mômen uốn tác động được xác định như mômen ngoại lực đối với trọng tâm của cốt thép chịu kéo. Ta có thể tìm được công thức tính toán chung đối với tiết diện bất kỳ, nhưng đối xứng với trục nằm trong mặt phẳng uốn. Diện tích tiết diện cốt thép vùng chịu kéo là F'_a.

Ứng suất trong bê tông và cốt thép: Vùng bê tông chịu nén R_u, cốt thép chịu kéo R_a, cốt thép chịu nén R_{an}. Biểu đồ ứng suất trong vùng bê tông chịu nén có dạng chữ nhật.



Hình 5.8

Khả năng chịu tải của tiết diện có dạng:

$$M_{td} = D_b.\,\zeta_b + Z'_a.\zeta_a$$

Hoặc

$$M_{td} = R_u.F_b.\,\zeta_b + R_{an}.F_a'.\,\zeta_a \qquad (5.6)$$

Ký hiệu: $S_b = F_b.\,\zeta_b$ và $S_a = F_a'.\,\zeta_a$

Thay vào biểu thức trên ta có:

$$M_{td} = R_u.S_b + R_{an}.S_a$$

Điều kiện bền $M < M_{td}$ sẽ là: $M \leq R_u.S_b + R_{an}.S_a$ (5.7)

Chiều cao vùng tiết diện chịu nén xác định từ điều kiện cân bằng (tổng hình chiếu các lực lên trục cấu kiện bằng không) ta có:

$$D_b + Z_a' - Z_a = 0 \qquad (5.8)$$

$$R_u.F_b + R_{an}.F'_a - R_a.F_a = 0 \qquad (5.9)$$

Đây chính là phương trình dùng để tính tiết diện vùng bê tông chịu nén và sau đó xác định chiều cao vùng nén.

Nếu chỉ tính toán phần cốt thép trong vùng nén, thì công thức (5.7) chỉ sử dụng điều kiện:

$$Z_b \leq Z_a \qquad (5.10)$$

Trường hợp điều kiện (5.10) không thoả mãn (xảy ra trường hợp, nếu trong vùng nén vì lý do nào đó cốt thép bố trí thừa so với tính toán). Khi đó không dùng công thức (5.7), (5.9). Diện tích tiết diện cốt thép chịu kéo xác định theo điều kiện:

$$M < R_a.F_a.\,\xi_a \qquad (5.11)$$

Bình thường để nâng cao khả năng chịu tải của tiết diện, bố trí cốt thép trong vùng nén đối với bất kỳ trường hợp nào.

$$M \leq R_u.S_0$$

2.2. Trường hợp tiết diện chữ nhật cốt thép đơn

Đối với tiết diện chữ nhật cốt thép đơn, bề rộng b (Hình 5.7). Diện tích vùng bê tông chịu nén:

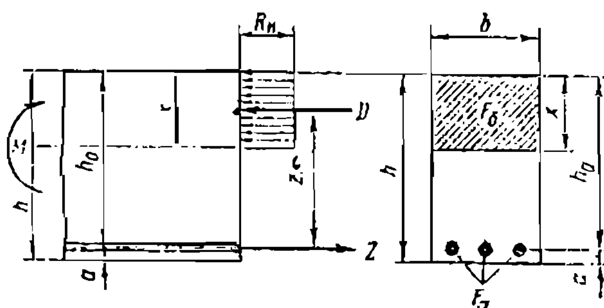
$$F_b = b.x$$

Điều kiện cân bằng lực nén trong bê tông:

$$R_u.F_b = R_u.b.x$$

Cân bằng lực kéo trong cốt thép:

$$Z_a = R_a.F_a$$



Hình 5.9

Vì lực nén cân bằng trong bê tông đặt ở trọng tâm biểu đồ ứng suất chữ nhật, cánh tay đòn của ngẫu lực:

$$Z_b = h_0 - 0{,}5.x$$

Khả năng chịu lực của tiết diện:

$$M_{td} = R_u.b.x.(h_0 - 0{,}5.x) \qquad (5.12)$$

Điều kiện bền của tiết diện có dạng:

$$M \le R_u.b.x.(h_0 - 0{,}5.x) \qquad (5.13)$$

Hoặc $M \le R_a.F_a.(h_0 - 0{,}5.x)$

Ta có tổng hình chiếu các lực lên trục phần tử bằng không.

$$R_u.b.x - R_a.F_a = 0 \qquad (5.14)$$

Suy ra $x = \dfrac{R_u \cdot F_a}{R_b \cdot b}$

Biết mômen tĩnh phần bê tông chịu nén đối với trọng tâm của cốt thép bị kéo:

$$S_b = b.x.(h_0 - 0{,}5.x) \qquad (5.15)$$

Mômen tĩnh của cả tiết diện:

$$S_0 = \frac{b \cdot h_0^2}{2} = 0{,}5.b.h_0^2 \qquad (5.16)$$

Chiều cao cực đại của vùng nén x của bê tông xác định từ điều kiện:

$$\xi = \frac{S_b}{S_0} = \frac{b \cdot x \cdot (h_0 - 0{,}5x)}{0{,}5b \cdot h_0^2} \qquad (5.17)$$

Hay

$$x.h_0 - 0{,}5.x^2 = 0{,}5h_0^2.\ \xi$$

Giải phương trình bậc hai này đối với bê tông mác 400 và thấp hơn ta có

$\xi = 0{,}8$ thì

$$x_{max} = 0{,}55.h_0$$

Khi $\xi = 0{,}7$ (mác 500) thì

$$x_{max} = 0{,}41.h_0$$

Khi $\xi = 0{,}65$ (mác 600) thì

$$x_{max} = 0{,}41.h_0$$

Để đề phòng cấu kiện bị phá hoại dòn, khi cốt thép đặt quá ít, qui phạm qui định hàm lượng cốt thép tối thiểu như sau:

$$\mu\% = \frac{F_a}{b \cdot h_0} \cdot 100 \ge \mu_{min} \qquad (5.18)$$

Với mác bê tông 400 ta có:

$$\mu_{max} = 0,55 \cdot \frac{R_u}{R_a} = 55\frac{R_u}{R_a} \cdot \%$$

Với mác bê tông 500 ta có:

$$\mu_{max} = 0,45 \cdot \frac{R_u}{R_a} = 45\frac{R_u}{R_a} \cdot \%$$

Với mác bê tông 600 ta có $\mu_{max} = 0,41 \cdot \frac{R_u}{R_a} = 41\frac{R_u}{R_a} \cdot \%$

Như vậy hàm lượng cốt thép giới hạn phụ thuộc vào mác bê tông và thép.

Mômen uốn giới hạn đối với bê tông mác 400

$$M_{max} = R_u.b.0,55.h_0(h_0 - 0,5.0,55.h_0) = 0,4.R_u.b.h_0^2$$

Bảng 5.1. Hàm lượng giới hạn cốt thép, tiết diện chữ nhật, cốt đơn

Loại thép	**Cường độ tính toán của cốt thép, KG/cm²**	**Hàm lượng cốt thép khi mác bê tông**		
		150	**200**	**300**
A-I	2100	2,10	2,62	4,19
A-II	2700	1,63	2,04	3,25
A-III	3400	1,29	1,62	2,58
Có:				
Kiểm tra ứng suất và độ dãn dài	3700	1,19	1,49	2,38
Chỉ kiểm tra độ dãn dài	3250	1,35	1,69	2,70
Sợi thép thông thường:				
Đường kính 3 ÷ 5,5 mm	3150	1,40	1,74	2,79
Đường kính 6 ÷ 8 mm	2500	1,76	2,20	3,52

Khi $\xi = 0,7$ có $M_{max} = 0,35.R_u.b.h_0^2$

Khi $\xi = 0,65$ có $M_{max} = 0,325.R_u.b_h h_0^2$

Hàm lượng cốt thép được tìm từ điều kiện giá trị tối ưu, đối với sàn từ 0,3 ÷ 0,7%, đối với dầm từ 0,4 ÷ 1,5%.

Hàm lượng cốt thép tối ưu phụ thuộc kiểu cấu kiện, mác bê tông và thép,.... Để đơn giản công việc tính toán ta đưa vào hệ số tính toán α^*, cho phép rút ngắn tối thiểu việc tính toán.

Ta biết: $$M = R_u.b.x.(h_0 - 0,5.x) = R_u.b.h_0^2.\frac{x}{h_0}\left(1 - 0,5\cdot\frac{x}{h_0}\right)$$

Ký hiệu: $x = \alpha^*.h_0$.

Ta có:

$$M \le R_u.b.h_0^2.\ \alpha^*.(1 - 0,5\alpha)$$

Đặt $\alpha^*.(1 - 0,5.\ \alpha) = A_0$

Thay vào công thức tính mômen ta có:

$$M = A_0.R_u.b.h_0^2 \qquad (5.19)$$

$$A_0 = \frac{M}{R_u \cdot b \cdot h_0^2}$$

So sánh biểu thức M trong công thức này với đại lượng mômen uốn giới hạn tiết diện cốt thép đơn ta có:

Mác bê tông ≤ 400 $\quad A_{0max} = 0,4;\ \alpha^*_{max} = 0,55.h_0$

Mác bê tông 500 $\quad A_{0max} = 0,35;\ \alpha^*_{max} = 0,45.h_0$

Mác bê tông 600 $\quad A_{0max} = 0,325;\ \alpha^*_{max} = 0,41.h_0$

Chiều cao có ích của tiết diện:

$$h_0 = \sqrt{\frac{1}{A_0}}\cdot\sqrt{\frac{M}{R_h \cdot b}}$$

Đặt $$r = \sqrt{\frac{1}{A_0}}$$

Ta có $$h_0 = r.\sqrt{\frac{M}{R_u \cdot b}} \qquad (5.20)$$

Bảng 5.2. Giá trị hệ số để tính tiết diện chữ nhật, chữ T của cấu kiện bê tông cốt thép với mác bê tông bất kỳ.

α^*	r	γ	A_0	α^*	r	γ	A_0
0,01	10,00	0,995	0,010	0,29	2,01	0,855	0,248
0,02	7,12	0,990	0,020	0,30	1,98	0,850	0,255
0,03	5,82	0,985	0,030	0,31	1,95	0,845	0,262
0,04	5,05	0,980	0,039	0,32	1,93	0,840	0,269
0,05	4,53	0,975	0,048	0,33	1,90	0,835	0,275
0,06	4,15	0,970	0,058	0,34	1,88	0,830	0,282
0,07	3,85	0,965	0,067	0,35	1,86	0,825	0,289
0,08	3,61	0,960	0,077	0,36	1,84	0,820	0,295
0,09	3,41	0,955	0,085	0,37	1,82	0,815	0,301
0,10	3,24	0,950	0,095	0,38	1,80	0,810	0,309
0,11	3,11	0,945	0,104	0,39	1,78	0,805	0,314
0,12	2,98	0,940	0,113	0,40	1,77	0,800	0,320
0,13	2,88	0,935	0,121	0,41	1,75	0,795	0,326
0,14	2,77	0,930	0,130	0,42	1,74	0,790	0,332
0,15	2,68	0,925	0,139	0,43	1,72	0,785	0,337
0,16	2,61	0,920	0,147	0,44	1,71	0,780	0,343
0,17	2,53	0,915	0,155	0,45	1,69	0,775	0,349
0,18	2,47	0,910	0,164	0,46	1,68	0,770	0,354
0,19	2,41	0,905	0,172	0,47	1,67	0,765	0,359
0,20	2,36	0,900	0,180	0,48	1,66	0,760	0,365
0,21	2,31	0,895	0,188	0,49	1,64	0,755	0,370
0,22	2,26	0,890	0,196	0,50	1,63	0,750	0,375
0,23	2,22	0,885	0,203	0,51	1,62	0,745	0,380
0,24	2,18	0,880	0,211	0,52	1,61	0,740	0,385
0,25	2,14	0,875	0,219	0,53	1,60	0,735	0,390
0,26	2,10	0,870	0,226	0,54	1,59	0,730	0,394
0,27	2,07	0,865	0,234	0,55	1,58	0,724	0,400
0,28	2,04	0,860	0,241				

Ta biết rằng $M = R_a.F_a.(h_0 - 0,5x) = R_a.F_a.h_0.(1 - 0,5.\ \alpha^*)$

Ký hiệu $\gamma = (1 - 0,5.\ \alpha)$

Rút ra $F_a = \dfrac{M}{R_a \cdot h_0 \cdot \gamma}$

Biết $\alpha^* = \dfrac{x}{h_0} = \dfrac{R_a \cdot F_a}{R_u \cdot b \cdot h_0} = \dfrac{R_a}{R_u} \cdot \mu = \dfrac{R_a}{R_u} \cdot \dfrac{\mu\%}{100}$ (5.21)

Tính toán theo bảng 5.2 đối với mác bê tông và thép bất kỳ, phụ thuộc giá trị α tương ứng với hệ số tính toán A_0, r, γ. Từ công thức xác định α ở trên, ta xác định được hàm lượng cốt thép khi biết R_a, R_u.

Tóm lại, có hai trường hợp tính toán có thể xảy ra:

- Biết kích thước h, b của tiết diện, mômen uốn tính toán M, cường độ của bê tông cốt thép (R_u, R_a), yêu cầu xác định diện tích cốt thép chịu kéo F_a.

Kiểm tra điều kiện: $A_0 \le 0,4$

Tính $A_0 = \dfrac{M}{R_u \cdot b \cdot h_0^2}$

Có A_0 ta tính được α hoặc tra bảng để tìm α, γ. Ta có công thức tính diện tích cốt thép:

$F_a = \dfrac{\alpha^* \cdot R_u \cdot b \cdot h_0}{R_a}$ hoặc $F_a = \dfrac{M}{\gamma \cdot b \cdot h_0}$

- Biết (b, h), cốt thép (F_a), cường độ bê tông và cốt thép (R_u, R_a).

Xác định khả năng chịu mômen của tiết diện

Tính $\alpha^* = \dfrac{R_a \cdot F_a}{R_u \cdot b \cdot h_0}$

Với điều kiện $\alpha^* \le 0,55$ (nếu $\alpha^* > 0,55$ thì lấy $\alpha^* = 0,55$) tính A_0 hoặc tra bảng để tìm A_0, γ.

Ta có $[M] = R_u.b.h_0^2.A_0$.

Hoặc $[M] = \gamma.R_a.F_a.h_0$

Ví dụ 10: Tính sàn chịu mômen uốn tính toán M = 358 KG.m, bê tông mác 200, cường độ chịu uốn của bê tông R_u = 100KG/cm^2, thép BI có R_a = 3150 KG/cm^2, bề rộng tính toán b = 100 cm.

Giải: Khi nhận $\mu = 0,4\%$ (hàm lượng cốt thép trung bình tối ưu của sàn)

$$\alpha^* = \frac{\mu \cdot R_a}{100 \cdot R_u} = \frac{0,4 \cdot 3150}{100 \cdot 100} = 0,126$$

Theo bảng 5.2 với $\alpha^* = 0,126$ tìm được r = 2,92 , $\gamma = 0,927$

$$h_0 = r \cdot \sqrt{\frac{M}{R_u \cdot b}} = 2,92\sqrt{\frac{35800}{100 \cdot 100}} = 5,5 \text{ cm}$$

$$h = h_0 + a = 5,5 + 1.5 = 7 \text{ cm}$$

Tổng diện tích cốt thép $F_a = \dfrac{M}{R_a \cdot h \cdot \gamma} = \dfrac{35800}{3150 \cdot 7 \cdot 0,927} = 2,2 \text{ cm}^2$

Chọn thép 10Φ5,5, BI, khi đó $F_a = 2,38 \text{ cm}^2 > 2,2 \text{ cm}^2$.

Ví dụ 11: Tính dầm chịu mômen uốn M = 15 tấn. Tiết diện h = 60 cm, b = 25 cm. Bê tông có mác 200 với $R_u = 100 \text{ KG/cm}^2$; thép AII có $R_a = 2700 \text{ KG/cm}^2$.

Giải: Xác định chiều cao có ích:

$h_0 = h - a = 60 - 4 = 56$ cm

Hệ số tính toán A_0:

$$A_0 = \frac{M}{R_u \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{1.500.000}{100 \cdot 25 \cdot 56^2} = 0,191$$

Tra bảng 5.2 với $A_0 = 0,191$ ta có $\gamma = 0,892$

Xác định diện tích cốt thép $F_a = \dfrac{M}{R_a \cdot h \cdot \gamma} = \dfrac{1.500.000}{2700 \cdot 56 \cdot 0,892} = 11,15 \text{ cm}^2$

Chọn 3Φ22, AII

Có $F_a = 11,4 \text{ cm}^2 > 11,15 \text{ cm}^2$.

2.3. Trường hợp tiết diện chữ nhật không có cốt thép

Trong cấu kiện chịu uốn, tiết diện chữ nhật, khi thoả mãn điều kiện sau đây thì qui phạm cho phép không cần tính cốt thép chịu lực.

$$M \leq \frac{b \cdot h^2}{3,5} R_k \qquad (5.22)$$

Trong đó: M - Mômen uốn tính toán

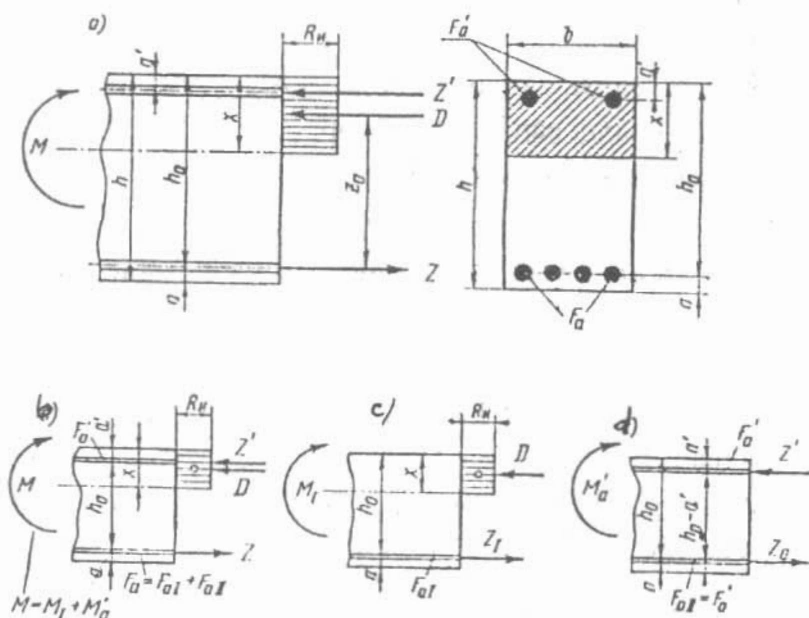
b - Bề rộng tiết diện

h - Chiều cao tiết diện

R_k - Cường độ chịu kéo của bê tông

2.4. Trường hợp tiết diện chữ nhật cốt thép kép

Ngoài cốt thép chịu kéo F_a, còn có cốt thép chịu nén F'_a, Trường hợp này dùng khi cấu kiện chịu tải trọng uốn thay đổi dấu.



Hình 5.10. Cốt thếp kép

Tính toán theo sơ đồ hình 5.10. Chiều cao vùng nén của tiết diện giới hạn bởi điều kiện $\alpha^* \le \alpha^*_{max}$, $x > 2a'$; bảo đảm đạt được cường độ R_{at} của cốt thép vùng chịu nén.

Ta có $F_b = b.x$; $S_b = b.x(h_0 - 0,5.x)$; $S_a = F'_a.(h_0 - a')$

Trường hợp cân bằng ta có:

$R_u.b.x + R_{at}.F'_a - R_a.F_a = 0.$

Suy ra $x = \dfrac{R_a \cdot F_a - R_{at} \cdot F'_a}{R_u \cdot b}$ (5.23)

Đối với điều kiện bình thường thép AI, AII, AIII có $R_a = R_{at}$.

Mômen $M = R_u.b.x.(h_0 - 0,5.x) + R_{at}.F'_a.(h_0 - a')$ (5.24)

Khi $R_a = R_{at}$ ta có

$M = R_u.b.x.(h_0 - 0,5.x) + R'_a.F'_a.(h_0 - a')$

Khả năng chịu lực cực đại của tiết diện cốt thép kép giới hạn theo tiêu chuẩn.

Đối với tiết diện chữ nhật:

$M \leq 0,5.b.h_0^2.R_u$

Hoặc $M \leq A_0.b.h_0^2.R_u$.

Trái lại, cốt thép kép chỉ cần thiết khi $A_0 > A_{0max}$. Việc tính toán thiết kế cấu kiện cốt thép kép thường gặp ba trường hợp:

- Tiết diện không đủ, khi $M > A_{0max}.b.h_0^2.R_u$.
- Khi có cốt thép chịu nén trong tiết diện, yêu cầu tính F_a.
- Khi biết kích thước tiết diện, hàm lượng cốt thép. Xác định khả năng chịu lực,

+ Trường hợp 1:

Trường hợp này, thay giá trị x bằng $x_{max} = \alpha_{max}.h_0$.

Mômen tính toán

$$M = \alpha_{max}^*.b.h_0.R_u.(h_0 - 0,5.x_{max}) + R_{at}.F'_a.(h_0 - a')$$

Suy ra $M = A_{0max}.R_u.b.h_0^2 + R'_a.F'_a.(h_0 - a')$ (5.25)

$$F'_a = \frac{M - A_{0max} \cdot b \cdot h_0^2 \cdot R_u}{R_{at} \cdot (h_0 - a')}$$

$$x = \alpha_{max}^*.h_0 = \frac{R_a \cdot F_a - R_{at} \cdot F'_a}{R_u \cdot b}$$

Từ đây suy ra

$$F_a = \frac{\alpha_{max}^* \cdot R_u \cdot b \cdot h_0 + R_{at} \cdot F'_a}{R_a}$$

+ Trường hợp 2: Xác định tổng của hai mômen uốn.

$M = M_1 + M_2 = R_u.b.x.(h_0 - 0,5.x) + R_{at}.F'_a.(h_0 - a')$ (5.26)

$M_1 = R_u.b.x.(h_0 - 0,5.x)$ là mômen uốn khi cốt thép đơn F_{a1}

M_a - Mômen uốn khi cốt thép kép

$M_a = R_{at}.F'_a.(h_0 - a')$

Khi $R_a = R_{at}$, diện tích toàn phần cốt thép kéo:

$F_a = F_{a1} + F'_a$

Đầu tiên tính M_a, sau đó tính

$M_1 = M - M_a$.

Biết M_1 tính A_{01} theo công thức

$$A_{01} = \frac{M_1}{R_u \cdot b \cdot h_0^2}$$

Theo bảng 5.2 tìm hệ số γ_1 tương ứng với cốt thép

$$F_{a1} = \frac{M_1}{R_a \cdot \gamma_1 \cdot h_0}$$

+ Trường hợp 3: Kiểm tra khả năng chịu tải của cấu kiện. Có thể xác định trực tiếp độ lớn mômen uốn giới hạn.

Ví dụ 12: Tính dầm chịu mômen uốn M = 24 T.m, tiết diện cấu kiện h = 50 cm, b = 25 cm. Bê tông mác 200, cường độ uốn tính toán R_u = 100 KG/cm². Thép AII có $R_a = R_{at}$ = 2700 KG/cm².

Giải: Xác định chiều cao hữu ích của tiết diện

$h_0 = h - a = 50 - 4 = 46$ cm.

Tính $A_0 = \frac{M}{R_u \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{2.400.000}{100 \cdot 25 \cdot 46^2} = 0,45$

Vì $A_0 > A_{0max} = 0,4$ cần phải dùng cốt thép kép, đồng thời $A_0 \leq 0,5$ (đạt được điều kiện $M \leq 0,5.b.h_0^2.R_u$)

Tính

$$F_a' = \frac{M - 0,4 \cdot R_u \cdot b \cdot h_0^2}{R_{at} \cdot (h_0 - a')} =$$

$$= \frac{2.400.000 - 0,4 \cdot 100 \cdot 25 \cdot 46^2}{2700 \cdot (46 - 4)} = 2,46 cm^2$$

Chọn 2Φ14 AII có diện tích cốt thép bằng 3,08 cm² > 2,46 cm².

$$F_a = \frac{0,55\cdot R_u\cdot b\cdot h_0^2 + R_{ut}\cdot F'_a}{R_u} = \frac{0,55\cdot 100\cdot 25\cdot 46 + 2700\cdot 2,46}{2700} = 25,6\,\text{cm}^2$$

Chọn 4Φ25 và 2Φ20 thép AII có tiết diện 25,91 cm^2 > 25,6 cm^2.

(hàng dưới 4Φ25, hàng trên 2Φ20)

2.5. Tính toán tiết diện chữ T cốt đơn

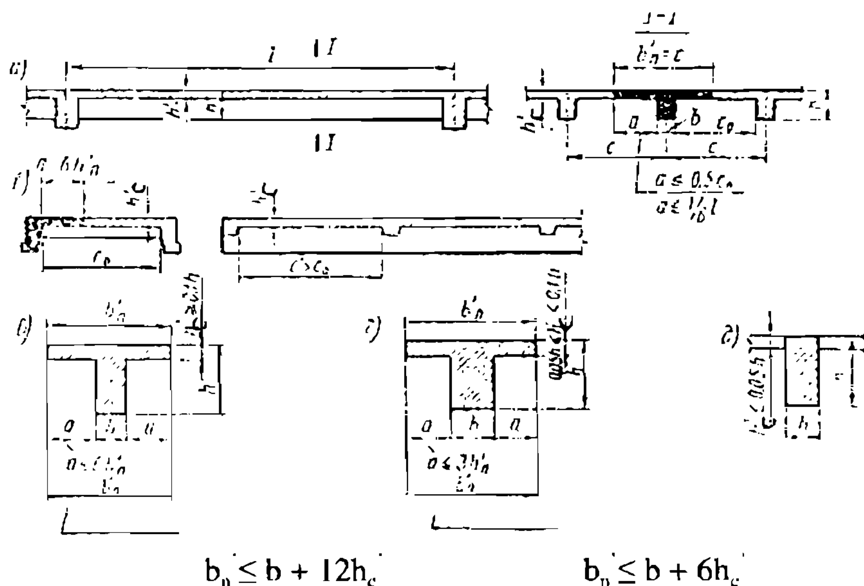
Tiết diện chữ T gồm có phần cánh và sườn, thường có trong dầm đúc liền hay đúc riêng rẽ. Cánh chữ T nằm trong vùng chịu nén nhằm tăng thêm diện tích chịu nén của bê tông (tiết kiệm hơn mặt cắt chữ nhật). Khi cánh nằm ở vùng chịu kéo, thì không chịu lực và tiết diện được tính như hình chữ nhật (b.h). Do đó tiết diện chữ I hoặc hộp rỗng (panen) tính như tiết diện chữ T. Cánh chữ T chịu được lực là nhờ ứng suất cắt truyền lực từ sườn ra cánh. Cánh càng xa sườn thì ứng suất truyền ra càng bé. Qui phạm qui định khoảng cách a của sườn về một phía phải nhỏ hơn hoặc bằng 1/2 khoảng cách giữa hai sườn kề nhau và nhỏ hơn hoặc bằng 1/6 nhịp của cấu kiện tính toán (đối với dầm đúc liền).

Đối với dầm đúc riêng rẽ:

Khi $h'_c \geq 0,1.h$ thì $a \leq 6.h'_c$; $b'_c \leq b + 12.h'_c$

Khi $0,05.h \leq h'_c < 0,1.h$ thì $a \leq 3.h'_c$ và $b'_c \leq b + 6.h'_c$

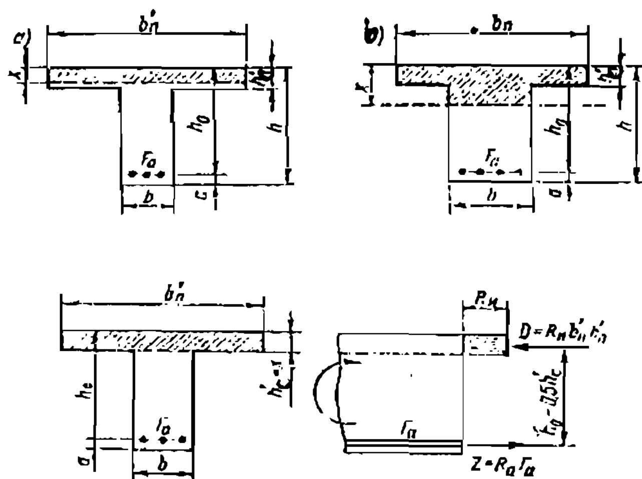
Khi $h'_c < 0,05.h$, ta lấy a = 0 , cánh quá mỏng, không chịu được lực, tiết diện tính như chữ nhật.



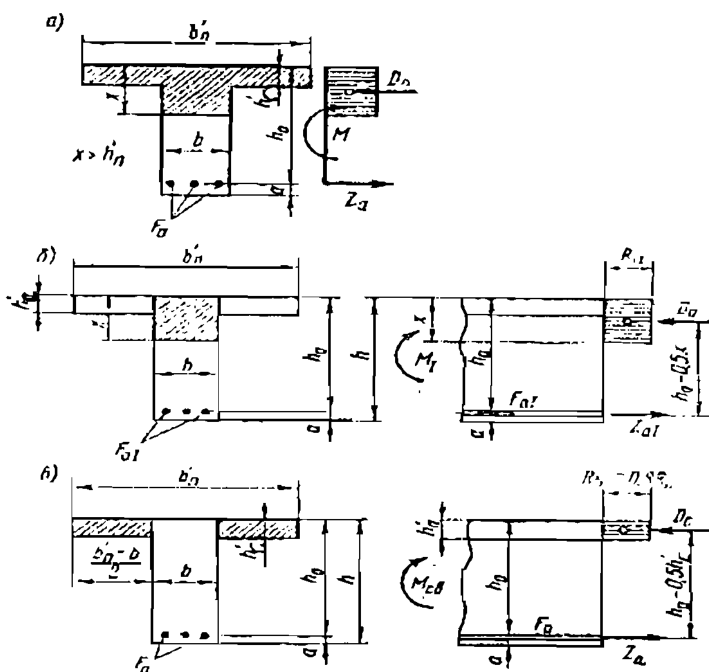
Hình 5.11. Cấu kiện có tiết diện chữ T

Khi tính toán tiết diện chữ T, có hai trường hợp: trục trung hòa qua cánh và trục trung hoà qua sườn. Nếu trục trung hoà qua mép dưới của cánh ta có điều kiện cân bằng: $R_u.b'_n.h'_c = R_a.F_a$.

$$\overline{M} = R_u.b'_n.h'_c.(h_0 - 0,5.h'_c) \qquad (5.27)$$



Hình 5.12.



Hình 5.13

Khi $M \le \overline{M}$ trục trung hoà qua cánh.

$M \ge \overline{M}$ trục trung hoà qua sườn.

Khi trục trung hoà qua cánh ($x \le h'_c$), tiết diện làm việc coi như hình chữ nhật có bề rộng b'_n, chiều cao là h.

Trường hợp trục trung hoà qua sườn ($x > h'_c$)

Trường hợp này, khi tiết diện đạt tới giới hạn về cường độ, thì miền bê tông chịu nén ở phần sườn R_n ($R_n = 0,8.R_u$). Khi đó ta có phương trình cân bằng:

$R_a.F_a = R_u.b.x + 0,8.R_u.(b'_n - b).h'_c$

$$\sum M = 0 = R_u \cdot b \cdot x\left(h_0 - \frac{x}{2}\right) + 0,8 \cdot R_u\left(b'_n - b\right)h'_c \cdot \left(h_0 - \frac{h'_c}{2}\right)$$

Muốn tiết diện không bị phá hoại dòn (cho phần sườn), chiều cao miền bê tông chịu nén phải thoả mãn điều kiện:

$$x \le 0,55.h_0$$

với $x = \alpha^*.h_0$ và $A_0 = \alpha^*.(1 - 0,5.\ \alpha^*)$ rút ra điều kiện:

$$\alpha^* \le 0,55 \text{ hoặc } A_0 \le 0,4$$

Các trường hợp tính toán:

+ Trục trung hoà qua cánh, cốt thép dọc chịu kéo.Tính với diện tích chữ nhật có bề rộng b'_n và chiều cao h.

Tính $$A_0 = \frac{M}{R_u \cdot b'_n \cdot h_0^2} \qquad (5.28)$$

Kiểm tra điều kiện $A_0 \le 0,4$, tra bảng 5.2 tìm được α^*, và tính

$$F_a = \frac{\alpha^* \cdot R_u \cdot b'_n \cdot h_0}{R_a} \qquad (5.29)$$

+ Trục trung hoà qua sườn, cốt thép chịu kéo.

với $x = \alpha^*.h_0$ và $A_0 = \alpha^*.(1 - 0,5.\ \alpha^*)$

Ta biết mômen tổng: $M = M_l + M_c$

Trong đó: M_l - Mômen uốn do phần sườn chịu

M_c - Mômen uốn do phần cánh chịu

Ta có $M_l = (M - M_c)$

Xác định $$A_0 = \frac{M_1}{R_u \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{M - M_c}{R_u \cdot b \cdot h_0^2} \quad (5.30)$$

Kiểm tra điều kiện $A_0 \leq 0,4$

Với $x = \alpha^*.h_0$. Tính được cốt thép

$$F_a = \frac{R_u}{R_a}\left[\alpha^* \cdot b \cdot h_0 + 0,8 \cdot (b'_n - b) \cdot h'_c\right] \quad (5.31)$$

Kiểm tra hàm lượng thép đối với tiết diện sườn

$$\mu = \frac{F_a}{b \cdot h_0} > \mu_{min}$$

+ Kiểm tra khả năng chịu lực của cấu kiện.

- Khi $x \leq h'_c$ tức là $R_a.F_a \leq R_u.b'_c.h'_c$ thì

$$\alpha^* = \frac{R_a \cdot F_a}{R_u \cdot b'_n \cdot h_0} \quad (5.32)$$

Kiểm tra điều kiện $\alpha^* \leq 0,55$

Biết α tra bảng 5.2 tìm được A_0 thay vào công thức (5.26) có

$$[M] = A_0.R_u.b'_n.h_0^2$$

- Khi $x \geq h'_c$ tức $R_a.F_a > R_u.b'_n.h'_c$, ta có:

$$\alpha^* = \frac{R_a \cdot F_a - 0,8 \cdot R_u (b'_n - b) h'_c}{R_u \cdot b \cdot h_0} \quad (5.33)$$

Tính $[M] = A_0 \cdot R_u \cdot b \cdot h_0^2 + 0,8 \cdot R_u (b'_n - b) h'_c \left(h_0 - \frac{h'_c}{2}\right)$

Ví dụ 13: Một dầm bê tông cốt thép tiết diện chữ T, cánh ở miền chịu nén. Kích thước tiết diện $b_n' = 180$ cm , $h = 50$ cm , $b = 20$ cm , $h'_c = 6$ cm chịu mômen uốn $M = 720.000$ KG.cm . Bê tông mác 150 có $R_u = 80$ KG/cm^2. Thép AI ($R_a = 2100$ KG/cm^2)

Giải: Chiều cao hữu ích của tiết diện:

$h_0 = h - a = 50 - 4 = 46$ cm

Kiểm tra điều kiện tính toán:

$\overline{M} = R_u.b'_n.h'_c.(h_0 - 0,5.h'_c) = 80.180.6(46 - 0,5.6)$

$= 3.700.000$ KG.cm > 720.000 KG.cm

$M < \overline{M}$, nghĩa là $x < h'_c$, trục trung hoà qua cánh

Tính $A_0 = \dfrac{M}{R_u \cdot b'_n \cdot h_0^2} = \dfrac{720.000}{80 \cdot 180 \cdot 46^2} = 0,0266 < 0,4$

Tra bảng 5.2 với $A_0 = 0,0266$ ta có $\gamma = 0,993$

Tính $F_a = \dfrac{M}{R_a \cdot h_0 \cdot \gamma} = \dfrac{720.000}{2100 \cdot 46 \cdot 0,993} = 7,98 \text{ cm}^2$

Chọn 4Φ16 có $F_a = 8,04 \text{ cm}^2 > 7,98 \text{ cm}^2$

Ví dụ 14: Kiểm tra sườn panen có tiết diện như hình vẽ, chịu mômen uốn tính toán M = 70 KN.m . Cốt thép chịu kéo loại AII có 4Φ18 ($F_a = 10,17 \text{ cm}^2$). Bê tông mác 200.

Giải: Chiều cao hữu ích của tiết diện:

$H_0 = h - a = 35 - 4,5 = 30,5$ cm.

$R_u = 100 \text{ daN/cm}^2$, $R_a = 2700 \text{ daN/cm}^2$

Kiểm tra điều kiện:

$\overline{M} = R_u.b'_n.h'_c.(h_0 - 0,5.h'_c)$

$= 100.115.4(30,5 - 0,5.4)$

$= 1.310.000$ daN.cm

$M = 700.000$ KN.cm $< \overline{M}$ trục trung hoà qua cánh ($x \le h'_c$)

Tính $\alpha^* = \dfrac{R_a \cdot F_a}{R_u \cdot b'_n \cdot h_0} = \dfrac{2700 \cdot 10,17}{100 \cdot 115 \cdot 30,5} = 0,08 < 0,55$

Tra bảng 5.2 tìm được $A_0 = 0,077$

Tính $[M] = A_0.R_u.b'_n.h_0^2 = 0,077 .100.115.30,5^2 = 797000$ daN.cm

$M = 700.000 < [M] = 797000$ daN.cm

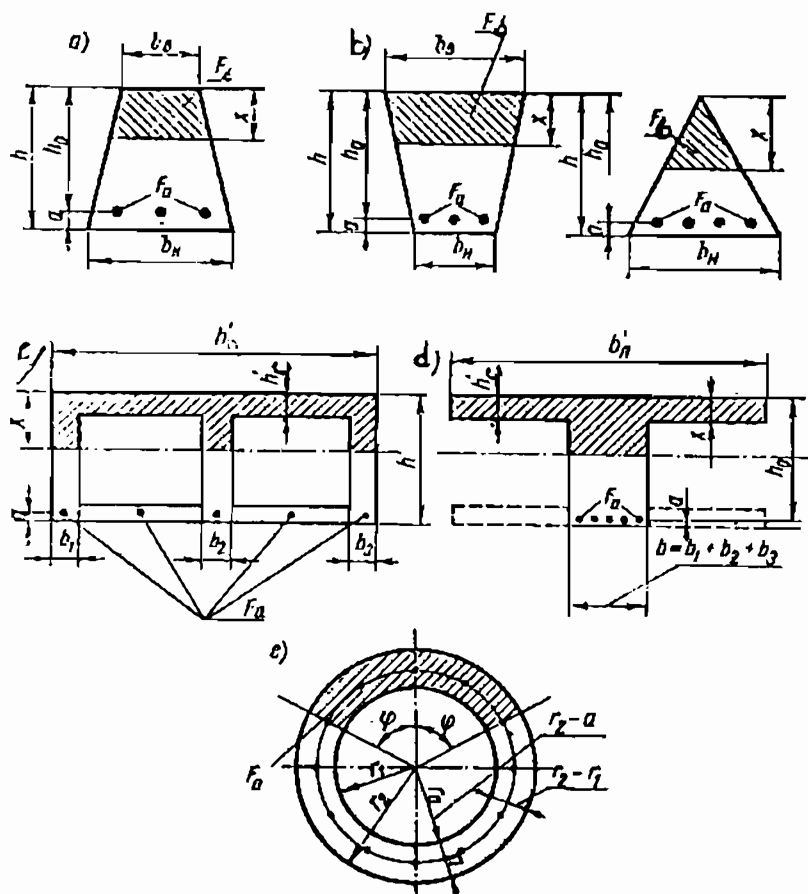
Đảm bảo điều kiện chịu lực

2.6. Tính cấu kiện có tiết diện hình thang, tam giác, hình hộp và hình tròn

Trong thực tế, ngoài các cấu kiện tiết diện hình chữ nhật, chữ T còn có các loại tiết diện loại tam giác, hình thang, hình hộp và hình tròn,....

- Cấu kiện có tiết diện hình hộp.

Tính toán tiết diện hình hộp (Hình 5.14c), đưa đến tính toán tiết diện chữ T.



Hình 5.14

Bề rộng sườn bằng tổng các bề rộng sườn; bề rộng và chiều cao cánh b'_n và h'_c (Hình 5.14d). Vùng chịu kéo của cánh chỉ để bố trí cốt thép, không ảnh hưởng tới khả năng chịu lực của tiết diện.

- Cấu kiện có tiết diện hình thang và hình tam giác. Để tính toán tiết diện hình thang dùng công thức chung (5.7) và (5.9).

Từ biểu thức (5.9), xác định diện tích F_a, sau đó tìm F_b.

$$F_a = \frac{R_u}{R_a}\cdot F_b = \frac{R_u}{R_a}\cdot b_H\cdot h_0\left[\alpha^*\cdot c - 0{,}5\cdot\alpha^{2*}(c-1)\right] \qquad (5.34)$$

$$F_b = b_H\cdot h_0\left[\alpha^*\cdot c - 0{,}5\cdot\alpha^{2*}(c-1)\right] \qquad (5.35)$$

Ở đây: $c = \frac{b_B}{b_H}$ (xem hình 5.14)

Đối với tiết diện hình thang, có đáy nhỏ ở trên ($b_B < b_H$; $c < 1$); trường hợp đáy nhỏ ở dưới ($b_B > b_H$; $c > 1$); đối với tiết diện tam giác, $b_B = 0$; $c = 1$

Từ công thức (5.34) cho thấy, ngoài tỉ số c, cần biết $\alpha^* = \frac{x}{h_0}$, sử dụng điều kiện thứ hai, trường hợp này có dạng:

$$M = R_u.S_b = R_u.b_H.A.h_0^2 \qquad (5.36)$$

Ở đây $S_b = A.\ b_H.h_0^2 = [c.\alpha^* + (0{,}5 - c)\ \alpha^{*2}]b_H.h_0^2$ (5.37)

Giá trị giới hạn A_{max}, tương ứng với tỉ số $\xi = \frac{S_b}{S_a} = 0{,}8$ (nghĩa là đối với cấu kiện bê tông cốt thép có mác bê tông tới 400) ta có:

$$A_{max} = 0{,}264(c + 0{,}5)$$

Chọn tiết diện hình chữ nhật và hình thang, từ công thức (5.36) tìm ra A

$$A = \frac{M}{R_u\cdot b_H\cdot h_0^2}$$

Dùng công thức (5.37), xác định độ lớn α sau đó nhờ công thức (5.35) xác định F_b và F_a.

Ví dụ 15: Tính dầm có tiết diện hình thang, chịu mômen uốn M = 12 tấn.m = 1.200.000 KG.cm. Bê tông M 150, có cường độ tính toán R_u = 80 KG/cm^2, thép AI có R_a = 2100 KG/cm^2, tiết diện dầm b_B = 40, b_H = 25, h = 50 và h_0 = 46 cm.

Giải: Xác định $c = \frac{b_B}{b_H} = \frac{40}{25} = 1{,}6$

Xác định A: $A = \frac{M}{R_u\cdot b_H\cdot h_0^2} = \frac{1.200.000}{80\cdot 25\cdot 46^2} = 0{,}285$

$$A_{max} = 0{,}264(c + 0{,}5) = 0{,}264(1{,}6 + 0{,}5)$$

$$= 0{,}555 > 0{,}285$$

Nghĩa là tiết diện đạt yêu cầu.

Xác định α^* $\qquad \alpha^* = \dfrac{x}{h_0}$

$$A = c.\ \alpha^* + (0{,}5 - c)\ \alpha^*$$

$$0{,}285 = 1{,}6.\ \alpha^* + (0{,}5 - 1{,}6)\ \alpha^*$$

$$\alpha^* - 1{,}45.\ \alpha^* + 0{,}259 = 0$$

Rút ra $\alpha^* = 0{,}210$

$$x = \alpha^*.h_0 = 0{,}210\ .\ 46 = 9{,}6\ \text{cm}$$

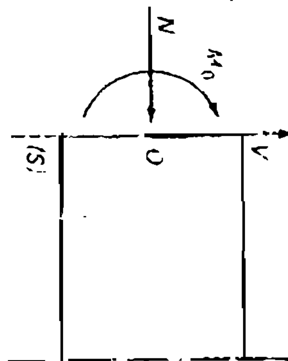
Diện tích cốt thép: $F_a = \dfrac{R_u}{R_a} \cdot F_b = \dfrac{R_u}{R_a} \cdot b_H \cdot h_0\left[\alpha^* \cdot c - 0{,}5 \cdot \alpha^{2*}(c-1)\right]$

$$= \frac{80}{2.100} \cdot 25 \cdot 46\left[0{,}210 \cdot 1{,}6 - (1{,}6-1) \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}210^2\right] = 14{,}2\ \text{cm}^2\ .$$

Chọn 4Φ22 có tiết diện 15,2 cm^2 > 14,2 cm^2.

IV. CẤU KIỆN CHỊU UỐN PHỐI HỢP

Ta biết rằng một tiết diện phẳng S của chi tiết (chi tiết có mặt phẳng đố xứng và chịu tải trọng đối xứng so với mặt phẳng này) chịu uốn phối nếu lực v mômen tác động bên trái của S:



Hình 5.15

- Một mômen uốn M_0 đối với trục thẳng góc với mặt phẳng đối xứng của tiết diện.

- Một lực N (lực pháp tuyến) thẳng góc với mặt S hướng về bên phải khi đó là lực nén và hướng về bên trái khi đó là lực kéo.

- Một lực V (lực cắt ngang)

Ta biết rằng, một hệ thiết lập bởi M_0 và N có thể thay thế bằng một lực duy nhất N đặt ở tâm áp suất C, cách O một khoảng bằng:

$$e = \frac{M_0}{N}$$

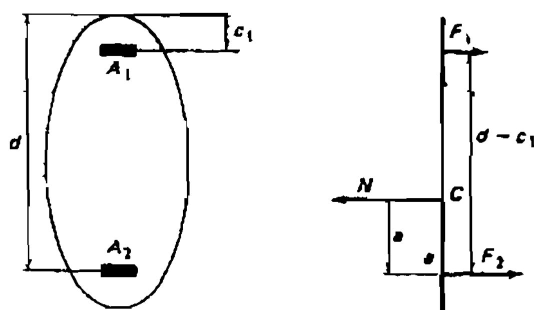
Mômen M_0 có thể có dấu dương hoặc âm. Đối với lực N cũng như vậy, khi ta cần phân biệt lực nén hay lực kéo. Trong chương này, tải trọng tính toán N và M, cũng như kích thước tiết diện giả thiết là đã biết. Chúng ta cần xác định cốt thép.

Ta khảo sát hai trường hợp đơn giản sau:

- Tiết diện hoàn toàn căng.
- Tiết diện bị nén riêng phần (hoặc căng riêng phần)

1. Tiết diện chịu căng hoàn toàn

Một tiết diện căng hoàn toàn nếu lực N pháp tuyến là lực kéo và nếu tâm nén C ở trong khoảng cốt thép (Hình 5.16). Khi đó N có thể phân thành hai thành phần lực kéo F_1 và F_2 đi qua trọng tâm cốt thép trên và cốt thép dưới.



Hình 5.16

Gọi A_1 - là tiết diện của cốt thép trên và σ_1 là ứng suất của cốt thép.

A_2 - là tiết diện của cốt thép dưới và σ_2 là ứng suất của cốt thép.

Ta có: $F_1 = A_1 \cdot \sigma_1$; $F_2 = A_2 \cdot \sigma_2$

Ta biết rằng luôn có sự cân bằng giữa nội lực và ngoại lực, tương tự vậy đối với mômen. Ta có thể viết:

$N_e + N_i = 0$; $M_e + M_i = 0$ (Ký hiệu e - ngoại; i - nội)

Ta nhận được:

$$-N + F_1 + F_2 = -N + A_1 \cdot \sigma_1 + A_2 \cdot \sigma_2 = 0$$

Mômen đối với điểm a:

$$-N \cdot a + F_1(d - c_1) = -N \cdot a + A_1 \cdot \sigma_1 (d - c_1) = 0$$

Suy ra: $A_1 = \dfrac{N \cdot a}{(d - c_1)\sigma_1}$;

$$A_2 = \frac{N}{\sigma_2} - A_1 \cdot \frac{\sigma_1}{\sigma_2}.$$

Với quan điểm kinh tế, ta mong muốn nhận được, với mỗi ứng suất σ_1 và σ_2, giá trị độ lớn cực đại có thể, và nó sẽ tương ứng với độ dãn dài cực đại ε_s = 10%. Ta gọi là σ_{10}. Với $\sigma_1 = \sigma_2 = \sigma_{10}$ quan hệ trước trở thành:

$$A_1 = \frac{N \cdot a}{(d - c_1)\sigma_{10}} \quad ; \quad A_2 = \frac{N}{\sigma_{10}} - A_1$$

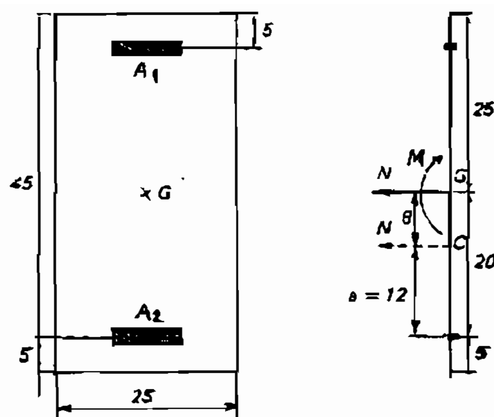
Nếu muốn biểu diễn tiết diện theo cm^2, độ dài theo cm, lực theo Newton, ứng suất theo MPa. Những công thức trên viết:

$$A_1 = \frac{N \cdot a}{100(d - c_1)\sigma_{10}} \quad ; \quad A_2 = \frac{N}{100 \cdot \sigma_{10}} - A_1$$

Các công thức này có giá trị với bất kỳ dạng nào của tiết diện.

Ví dụ: Xác định cốt thép của tiết diện trình bày trên hình, chịu lực kéo pháp tuyến N = 250KN, mômen uốn M = 20KNm, đặt vào trọng tâm G của tiết diện bê tông cốt thép Fe E22, $\gamma_s = 1,15$; σ_{10} = 187MPa.

Ta có: $GC = \dfrac{20}{250} = 0,08m = 8cm$



Hình 5.17

C đặt phía dưới G vì mômen của đối với G phải dương (N đặt ở C)

a = 20 - 8 = 12cm.

$$A_1 = \frac{250.000 \times 12}{100(45-5) \cdot 187} = 4,01 cm^2$$

$$A_2 = \frac{250.000}{100 \cdot 187} - 4,01 = 9,35 cm^2$$

2. Tiết diện chịu nén riêng phần

- Thiết lập công thức

Một tiết diện bị nén riêng phần nếu:

* Tâm nén C đặt ngoài giới hạn bởi cốt thép (lực pháp tuyến có thể kéo hay nén).

* Tâm nén C đặt bên trong giới hạn bởi cốt thép, lực pháp tuyến là lực nén và điều kiện được xác nhận:

Đối với tiết diện chữ nhật

$$N\left(d-c'\right) - M_1 \le \left(0,337 - 0,81\frac{c'}{h}\right) b \cdot h^2 \cdot \sigma_b$$

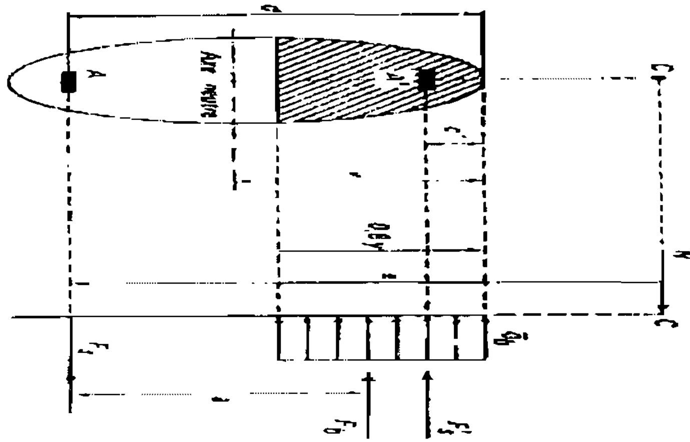
Đối với tiết diện chữ T

$$N\left(d-c'\right) - M_r \le \left(0,337 - 0,81\frac{c'}{h}\right) \cdot b_0 \cdot h^2 \cdot \sigma_b$$

Với $$N_r = N - (b - b_0)\cdot h_0 \cdot \sigma_b$$

$$M_r = M_1 - (b - b_0)\cdot h_0 \cdot \left(d - \frac{h_0}{2}\right)\sigma_b$$

Trong công thức này, chúng được xây dựng ở phần sau (mục 3). M_1 là mômen đối với trọng tâm của cốt thép dưới (Hình 5.18), những khái niệm khác sẽ được sử dụng trong thí dụ đơn giản.



Hình 5.18

Khảo sát tiết diện có hình dạng nào đó, chịu lực nén N, đi qua tâm nén C. Ta giả thiết là nén riêng phần.

Ta gọi:

- F_b - Lực nén tổng cộng trong bê tông.
- $F_s^{'}$ - Lực nén tổng cộng trong cốt thép bị nén A', ứng suất $\sigma_s^{'}$; $F_s^{'} = A'.\sigma_s^{'}$.
- F_s - Lực kéo tổng cộng trong cốt thép căng A, ứng suất $\sigma_s^{'}$, $F_s = A.\sigma_s$.
- a - Khoảng cách giữa F_b và F_s.
- e - Khoảng cách từ tâm nén C đến trọng tâm của cốt thép căng.

Với $M_e = N.e$, ta nhận được:

$$N + F_s - F_b - F_s^{'} = N + A\cdot\sigma_s - F_b - A^{'}\cdot\sigma_s^{'} = 0$$

$$N_e + F_s^{'}\left(d - c^{'}\right) - a\cdot F_b = N\cdot e - A^{'}\cdot\sigma_s^{'}\left(d - c^{'}\right) - a\cdot F_b = 0$$

Đặt $N + A\cdot\sigma_s = A_1\cdot\sigma_s; A^{'} = A_1^{'}; N\cdot e = M_1.$

Từ những phương trình trước ta có:

$$A_1 \cdot \sigma_s - F_b - A_1' \cdot \sigma_s' = 0$$

$$M_1 - A_1' \cdot \sigma_s'(d-c) - a \cdot F_b = 0$$

Đối với tiết diện có cùng kích thước như tiết diện đã cho, chịu uốn đơn giản với mômen M_1, trong cốt thép A'_1 và A_1 có ứng suất như trong tiết diện đã cho.

A_1' và A_1 có thể xác định bằng tính toán. Đối với tiết diện đã cho chịu uốn phối hợp.

$$A' = A_1' \quad ; \quad A = A_1 - \frac{N}{\sigma_s}$$

Nếu N bằng Newton, σ_s bằng MPa, ta có thể viết:

$$A = A_1 - \frac{N}{100.\sigma_s}$$

Nếu lực pháp tuyến N là lực kéo, ta có

$$A' = A_1' \quad ; \quad A = A_1 + \frac{N}{\sigma_s}$$

Đơn vị đo N (Newton) σ_s (Mpa) ta viết

$$A = A_1 + \frac{N}{100 \cdot \sigma_s}$$

Ta có một số nhận xét sau:

- Các công thức trên có giá trị với bất kỳ dạng tiết diện nào.
- Nếu uốn phối hợp, khi N là lực nén ta có: $A = A_1 - \frac{N}{100.\sigma_s}$ có thể dẫn tới giá trị A âm, điều này không có ý nghĩa đối với quan điểm vật lý.

Ta cần phân biệt hai trường hợp.

Nếu A = 0 và A' = 0. Lực N được cân bằng chỉ bởi bê tông; $F_s = F_s' = 0$ và N hướng ngược với F_b; Tuy nhiên cần dự kiến trong tiết diện lượng cốt thép tối thiểu.

Nếu A = 0 và A' $\neq$ 0. Lực pháp tuyến N được cân bằng bởi bê tông bị nén và các cốt thép bị nén, $F_s = 0$, N ngược hướng với F_b và F_s'.

Phương trình cân bằng khi A = 0

$$N - F_b - A' \cdot \sigma_s' = 0$$

$$N \cdot e - A' \cdot \sigma_s' \left(d - c'\right) - a \cdot F_b = 0$$

Suy ra:

$$N\left(e + c' - d\right) + F_b\left(d - c' - a\right) = 0$$

Phương trình này cho phép tính giá trị y.

Giả sử tiết diện là hình chữ nhật, ta có:

$$F_b = 0.8 \cdot \sigma_b \cdot b \cdot y \quad ; \quad a = d - 0,4 \cdot y$$

Ta có $$0,4 \cdot y^2 - c' \cdot y + \frac{N\left(e + c' - d\right)}{0,8 \cdot \sigma_b \cdot b} = 0$$

Biểu diễn qua Newton và Mpa (đối với N và σ_b) các đại lượng khác theo centimét, ta có:

$$0,4 \cdot y^2 - c' \cdot y + \frac{N\left(e + c' - d\right)}{80 \cdot \sigma_b \cdot b} = 0$$

Giá trị y tìm từ phương trình trước, $\alpha = \frac{y}{d}$, độ dãn dài ε_s, ứng suất σ_s' của cốt thép bị nén.

Ở đây: $$A' = \frac{N - 0,8 \cdot \sigma_b \cdot b \cdot y}{\sigma_s'}$$

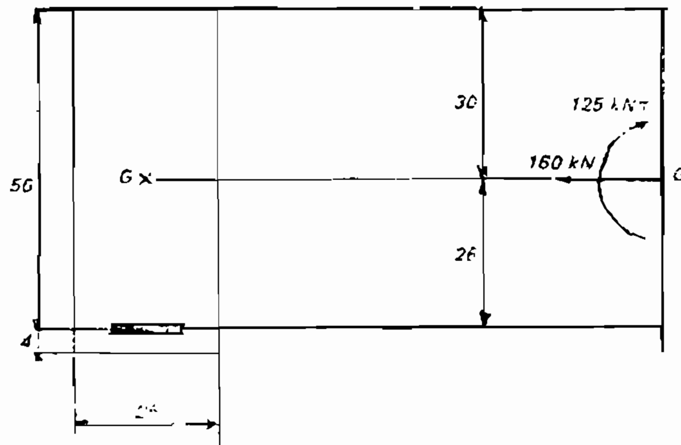
Theo đơn vị mới như trên ta có:

$$A' = \frac{N - 80 \cdot \sigma_b \cdot b \cdot y}{100 \cdot \sigma_s'} \quad , A = 0.$$

Ví dụ:

Xác định cốt thép tiết diện chữ nhật trình bày trên (Hình 5.19), chịu lực pháp tuyến N = 160KN, mômen M_G = 125KNm đối với tâm G của tiết diện bê tông. Cốt thép bằng thép F_e E40, kiểu 1, $\gamma_s = 1,15$, $\frac{f_e}{\gamma_s} = 348MPa$; ứng suất đối với bê tông σ_b = 14,2MPa.

$GC = \frac{125}{160} = 0,78m = 78cm$. C là tâm nén nằm ngoài vùng giới hạn của cốt thép, do đó nó bị nén riêng phần.



Hình 5.19

Mômen đối với trọng tâm của cốt thép căng:

$$M_1 = 125.000 - 160.000 \times 0,26 = 83.400\,Nm$$

$$\mu = \frac{83.400}{14,2 \times 25 \times 56^2} = 0,075 < \mu_l = 0,392$$

Cốt thép chịu nén là không cần, $A_1' = 0$ và $\sigma_s = 348$MPa.

Với $\mu = 0,075$, tra bảng $\beta = 0,961$.

$$A_1 = \frac{83.400}{0,961 \times 56 \times 348} = 4,45\,cm^2$$

Đối với cốt thép của tiết diện khảo sát:

$$A' = 0\,,\; A = 4,45 + \frac{160.000}{348 \times 100} = 9,05\,cm^2$$

V. CẤU KIỆN CHỊU NÉN LỆCH TÂM

1. Khái niệm

Cấu kiện chịu nén lệch tâm thường gặp trong sản xuất thực tế như cột có tai đỡ, các dầm dọc của cầu trục, cột khung nhà,....

Cột chịu nén lệch tâm, lực tác dụng không trùng với trục của nó, hoặc lực tổng hợp (lực dọc và lực ngang), hoặc lực dọc đúng tâm và một mômen uốn.

Căn cứ vào đặc điểm làm việc của cột lệch tâm chịu nén ta chia ra thành hai loại: lực tác dụng có khoảng cách lệch tâm lớn $e_0 = \frac{M}{N} \geq 0{,}3 \cdot h_0$

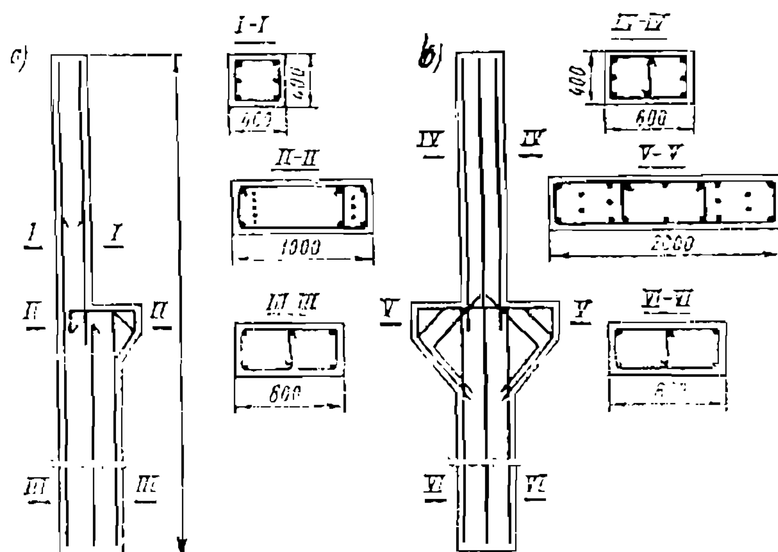
hoặc $S_b \leq 0{,}8.S_0$ và lực tác dụng có khoảng cách lệch tâm nhỏ

$e_0 = \frac{M}{N} \leq 0{,}3 \cdot h_0$ hoặc $S_b > 0{,}8.S_0$

2. Đặc điểm cấu tạo

Cột chịu nén lệch tâm thường có tiết diện: chữ nhật, chữ T, chữ I, tiết diện hộp hoặc cấu trúc đặc biệt như tròn, vành khăn,....

Tiết diện chữ nhật tỉ lệ giữa các cạnh $\frac{h}{b} = 1{,}5 \div 3$. Mômen uốn theo chiều cạnh dài (h). Giá trị của h lấy theo bội số của 5 cm (khi h < 80 cm) và lấy theo bội số của 10 cm (khi h >80 cm). Chiều rộng b lấy theo bội số của 5 cm.



Hình 5.20. Cột chịu nén lệch tâm

a/ Một phía b/ Hai phía

Về mặt cốt thép: Cốt thép dọc đặt trên cạnh ngắn của tiết diện (b). Đường kính cốt dọc chịu lực thường dùng từ 12 ÷ 40 mm. Khi b ≥ 250 mm, thì đường kính cốt dọc lớn hơn hoặc bằng 16 mm. Tổng diện tích cốt dọc không được lớn hơn 3% so với diện tích bê tông. Khi h > 500 mm, cần bố trí thêm cốt cấu tạo

theo cạnh dài của tiết diện (cạnh song song với mặt phẳng uốn), đường kính lớn hơn hoặc bằng 12 mm, khoảng cách giữa chúng nhỏ hơn hoặc bằng 500 mm. Nếu diện tích cốt thép chịu kéo F_a và cốt thép chịu nén F'_a bằng nhau gọi là cốt thép đối xứng. Loại cột này thường là cột có tiết diện đối xứng hoặc chịu mômen uốn đổi dấu.

Đường kính cốt đai không nhỏ hơn 5 mm và không nhỏ hơn 1/4 đường kính cốt dọc chịu nén lớn nhất. Khoảng cách giữa các cốt đai nhỏ hơn hoặc bằng 15.d và không lớn hơn 500 mm.

3. Công thức tính toán

3.1. Tính toán độ bền đối với tiết diện cột đối xứng

Trạng thái ứng suất cột khi chịu nén lệch tâm xác định căn cứ vào độ lớn của độ lệch tâm. Thường chia ra hai trường hợp chính:

- Độ lệch tâm lớn: trạng thái ứng suất gần với uốn, cốt thép chịu kéo.
- Độ lệch tâm nhỏ: trạng thái ứng suất gần với nén, bê tông chịu nén.

Ranh giới giữa hai trường hợp chính là điều kiện bền của vùng bê tông chịu nén đối với cấu kiện chịu uốn.

Khi tính toán độ bền của cấu kiện chịu nén lệch tâm, ngoại lực N chuyển về đường tác dụng của lực ở cốt thép A. Lực N đặt lệch so với tâm cấu kiện một đoạn e_0. Chuyển đổi vị trí ta sẽ có một hợp lực gồm lực N tại cốt thép A và một mômen uốn N.e

3.1.1. Trường hợp $e_0 = \dfrac{M}{N} \geq 0{,}3 \cdot h_0$ - độ lệch tâm lớn

Trường hợp này, sự phá hoại cấu kiện gần với sự phá hoại của cấu kiện chịu uốn cốt thép kép. Ứng suất trong cốt thép chịu kéo và nén đạt tới giới hạn chảy. Ứng suất trong bê tông vùng chịu nén đạt giới hạn cường độ chịu nén khi uốn. Phương trình cân bằng mômen của các lực đối với trục đi qua điểm đặt của hợp lực $R_a.F_a$ là:

$$N \cdot e - R_u \cdot b \cdot x\left(h_0 - \frac{x}{2}\right) - R_{an} \cdot F'_a\left(h_0 - a'\right) = 0$$

Rút ra
$$N \cdot e = R_u \cdot b \cdot x\left(h_0 - \frac{x}{2}\right) + R_{an} \cdot F'_a\left(h_0 - a'\right) \qquad (5.38)$$

Độ lệch tâm (Hình 4.15a): $e = e_0 + \dfrac{h}{2} - a$

Phương trình hình chiếu các lực lên trục cấu kiện:

$$N - R_u.b.x - R_{an}.F'_a + R_a.F_a = 0$$

Suy ra $N = R_u.b.x + R_{an}.F'_a - R_a.F'_a$ (5.39)

Điều kiện sử dụng các công thức (5.32) và (5.32) là:

$$x \le 0{,}55.h_0 \quad \text{và} \quad x > 2.a'$$

3.1.2 - Trường hợp $e_0 = \dfrac{M}{N} < 0{,}3 \cdot h_0$ - độ lệch tâm nhỏ

Trường hợp này, sự phá hoại cấu kiện bắt đầu từ vùng chịu nén lớn. Mặt cắt cấu kiện có thể là phần lớn chịu nén và phần nhỏ chịu kéo hoặc toàn bộ chịu nén. Do đó, mômen của hợp lực D_b đối với trọng tâm của cốt thép F_a (miền chịu nén bé hoặc chịu kéo) tính gần đúng là:

$$D_b \cdot Z_b = R_u \cdot b \cdot h_0 \cdot \frac{h_0}{2} = 0{,}5 \cdot R_u \cdot b \cdot h_0^2$$

Hoặc $D_b \cdot Z_b = 0{,}4 \cdot R_u \cdot b \cdot h_0^2$

Phương trình cân bằng mômen các lực đối với trục qua trọng tâm cốt thép F_a:

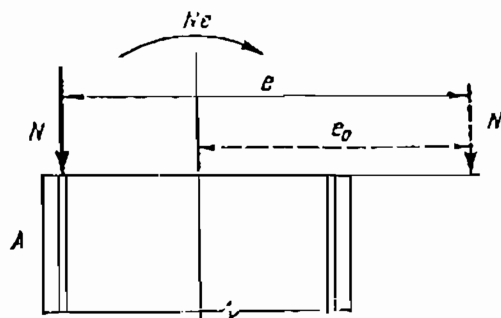
$$N.e - 0{,}4.R_u.b.h_0^2 - R_{an}.F'_a(h_0 - a') = 0$$

Rút ra $N.e = 0{,}4.R_u.b.h_0^2 + R_{an}.F'_a(h_0 - a')$ (5.40)

Tổng mômen các lực đối với tâm cốt thép F_a ta có:

$N.e' = 0{,}4.R_u.b.h_0'^2 + R_a.F_a(h_0 - a')$ (5.41)

Điều kiện sử dụng công thức (5.35) và (5.36) là: $x > 0{,}55.h_0$



Hình 5.21. Sơ đồ tính toán cấu kiện chịu nén lệch tâm có tiết diện đối xứng.

3.2. Các ảnh hưởng đối với cấu kiện chịu nén lệch tâm

Khi cấu kiện bị uốn dọc có l_0/r_u > 35 (ở đây l_0 - chiều dài tính toán của cấu kiện trong mặt phẳng tác dụng của mômen uốn; r_u - bán kính quán tính của tiết diện đối với trục đi qua trọng tâm của tiết diện và pháp tuyến với mặt tác dụng của mômen uốn) cần phải tính tác dụng của tải trọng dài hạn tới khả năng chịu lực. Khi đó lực dọc N được thay bằng lực quy dẫn N_{qd}, tác động với độ lệch tâm e_{0qd}. Lực qui dẫn xác định theo công thức:

$$N_{qd} = \frac{N_{dh}}{m_{dh}} + N_{ngh} \qquad (5.42)$$

Độ lệch tâm qui dẫn

$$e_{0qd} = \frac{\dfrac{N_{dh}}{m_{dh}} \cdot e_{0dh} + N_{ngh} \cdot e_{0ngh}}{N_{ngh}} \qquad (5.43)$$

Trong đó: N_{dh} và e_{odh} - Lực dọc tính toán và độ lệch tâm khi tác động tải trọng dài hạn.

N_{ngh} và e_{0ngh} - Lực dọc tính toán và độ lệch tâm khi tác động tải trọng ngắn hạn.

Trường hợp khi tải trọng bên ngoài là mômen uốn và lực dọc N thì lực tính toán có thể khảo sát như lực dọc qui dẫn và mômen qui dẫn.

$$M_{qd} = \frac{M_{dh}}{m_{dh}} + M_{ngh} \qquad (5.44)$$

Độ lệch tâm của lực dọc bằng M_{dh}/N_{dh}.

Hệ số m_{dh} xác định theo công thức:

$$m_{dh} = \frac{m_{dh} + 2 \cdot \dfrac{e_{0dh}}{h}}{1 + 2 \cdot \dfrac{e_{0dh}}{h}} \qquad (5.45)$$

Trong đó:

m_{dh} - Hệ số tính tới tác động dài hạn của tải trọng nén trung tâm, khi thay tỉ số $\frac{l}{r}$ bằng $\frac{l_0}{r_u}$

e_{0dh} - Khoảng cách giữa điểm đặt lực N_{dh} và trọng tâm tiết diện ngang cấu kiện hoặc M_{dh}/N_{dh}.

Khi tỉ số $\frac{l_0}{r_u} > 14$ cần tính tới ảnh hưởng uốn dọc của cấu kiện tới độ lớn lệch tâm của lực dọc. Nghĩa là nhận độ lệch tâm ban đầu với hệ số η

$$\eta = \frac{e_0 + \Delta e_0}{e_0} = \frac{1}{1 - \frac{N}{N_e}} \tag{5.46}$$

Ở đây: N - Ngoại lực

N_e - Lực Ơle khi cấu kiện chịu nén trung tâm

$$N_e = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{l_0^2}$$

Thay vào công thức trên ta có (chú ý $I = F.r_u^2$)

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{\pi^2 \cdot E \cdot F}\left(\frac{l_0}{r_u}\right)^2} \tag{5.47}$$

Khi thay môđun đàn hồi bằng cường độ tính toán chịu nén khi uốn ta có:

$\pi^2.E = 12.C.R_u$

C - Hệ số đặc trưng cho độ cứng.

$$\eta = \frac{1}{1 - \frac{N}{12 \cdot C \cdot R_u \cdot F}\left(\frac{l_0}{r_u}\right)^2} \tag{5.48}$$

Trong đó: $$C = \frac{66.000}{R + 350}\left(\frac{1}{\frac{e_0}{h} + 0,16} + 200 \cdot \mu + 1\right) \tag{5.49}$$

Ở đây:

R - Mác thiết kế của bê tông theo cường độ chịu nén (daN/cm^2)

$\mu = F_a/F$

F_a - Diện tích cốt thép A.

Nếu tỉ số $\frac{e_0}{h}$ nhỏ hơn giá trị cho trong bảng 5.3

Bảng 5.3. Giới hạn độ lệch tâm tương đối e_0/h để tính hệ số C

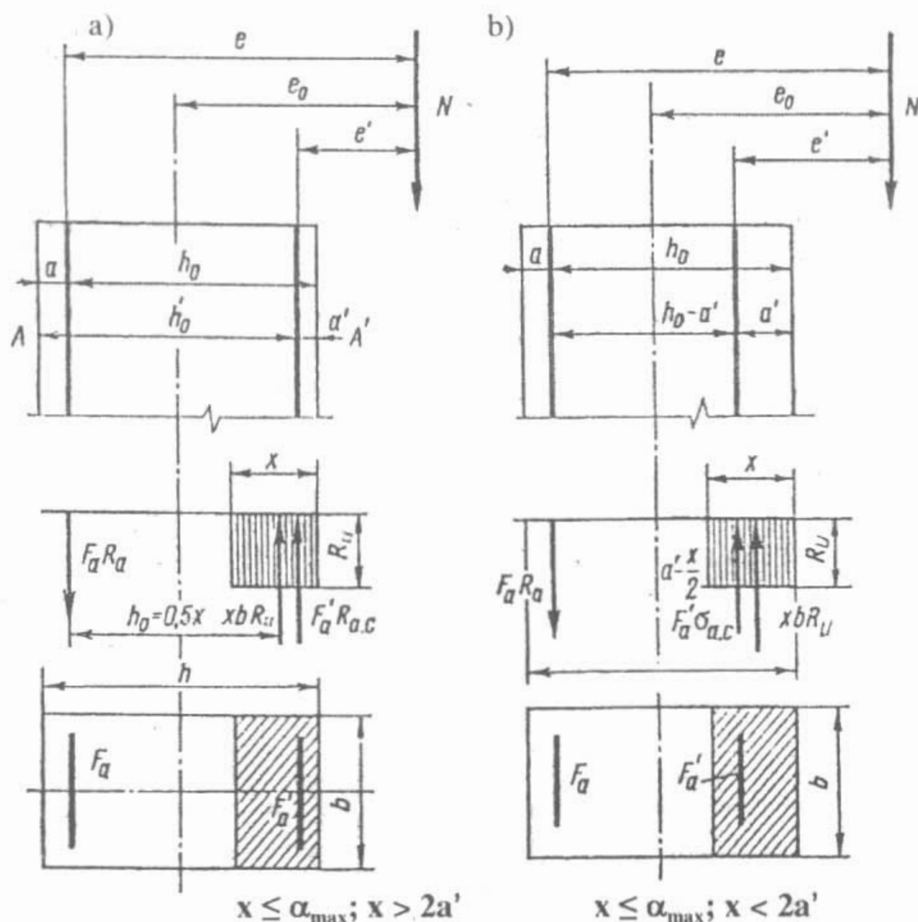
Mác bê tông	Độ lệch tâm tương đối khác nhau					
	$l_0/r_u \leq 52$	69	86	104	122	139
	$l_0/h \leq 15$	20	25	30	35	40
150	0,60	0,45	0,30	0,20	0,15	0,07
200	0,55	0,40	0,30	0,20	0,10	—
300	0,50	0,35	0,25	0,15	0,06	—
400	0,40	0,30	0,20	0,10	—	—
500	0,35	0,25	0,15	0,05	—	—
600	0,30	0,20	0,10	—	—	—

Như vậy khi tính toán cần phải xác định độ uốn dọc $\frac{l_0}{r_u}$ hoặc đối với tiết diện chữ nhật l_0/h và độ lệch tâm tương đối e_0/h nếu như nhỏ hơn giá trị giới hạn cho trong bảng 5.3 với mác bê tông và độ uốn dọc đã cho thì trong công thức (5.49) lấy bằng giá trị giới hạn.

Khi tỉ số $l_0/r_u > 14$ thì độ lệch tâm ban đầu e_{0qd} nhân với η

Khi $14 < l_0/r_u > 35$ cho phép tính ảnh hưởng của uốn dọc đến trị số lệch tâm của lực dọc, lấy c = 400

3.3. Tính toán tiết diện chữ nhật của cột có cốt thép không đối xứng



$x \leq \alpha_{max}$; $x > 2a'$ $\quad$ $x \leq \alpha_{max}$; $x < 2a'$

Hình 5.22. Cốt thép không đối xứng

VI. MÓNG BÊ TÔNG CỐT THÉP

Móng công trình dùng để truyền áp lực từ công trình vào đất nền. Vật liệu chính hiện nay của móng là bê tông cốt thép. Móng bê tông cốt thép có thể chia thành các dạng sau:

- Móng riêng dưới cột.
- Móng băng dài dưới nhiều cột.
- Móng băng dài dưới tường.
- Móng bè có dạng tấm bê tông cốt thép dưới toàn bộ công trình hoặc một phần.

Việc chọn một loại móng nào đó phụ thuộc vào khả năng chịu tải của đất nền, vào chiều sâu của lớp đất chịu lực và hình dáng mặt bằng của nhà, vào trị số tải trọng và sơ đồ truyền tải trọng lên đất nền.

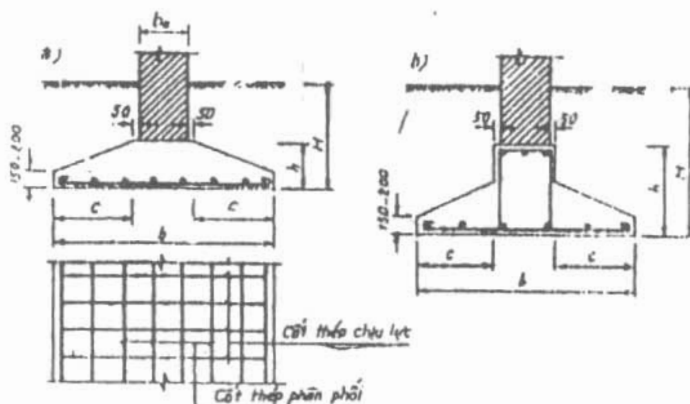
Chương này chỉ quan tâm tính toán hai loại móng: móng dài dưới tường và móng dưới cột.

1. Đặc điểm cấu tạo móng dài dưới tường

Móng dài thường có tiết diện ngang chữ T hoặc hình thang (Hình 5.23). Những kích thước cơ bản của móng theo kinh nghiệm lấy như sau:

Chiều cao mép móng từ 15 ÷ 20 cm. Mác bê tông 150. Cốt thép chịu lực bố trí theo chiều ngang móng, đường kính sợi thép > 10 mm. Cốt thép phân phối dùng thép có đường kính 8 mm, khoảng cách giữa chúng từ 20 ÷ 25 cm. Lớp bê tông bảo vệ cốt thép với loại đất bình thường là 40 mm và đất có độ ẩm lớn là 60 mm. Khi bề rộng cánh móng c > 750 mm, có thể cắt bớt một nửa số thép chịu lực một đoạn s = 0,5.c - 20.d kể từ mép móng. Chú ý là chỉ cốt thép khi trên 1 m dài ít nhất có từ 6 thanh thép trở lên.

Móng dài dưới tường có thể đúc toàn khối, hoặc lắp ghép. Chiều dài của các khối lắp ghép dọc theo tường phụ thuộc vào khả năng có thể nâng của cầu trục.



Hình 5.23. Móng dài dưới tường

a - Tiết diện hình thang   b - Tiết diện chữ T

2. Đặc điểm cấu tạo móng dưới cột

Móng riêng dưới cột khá phổ biến trong xây dựng, vì đơn giản và tiết kiệm. Móng lắp ghép, có thể chế tạo hàng loạt tại nhà máy. Dạng đế thường hình

vuông khi cột chịu tải trọng trung tâm. Khi tải trọng lệch tâm thường có đế hình chữ nhật. Kích thước đế xác định bằng tính toán. Đế riêng dùng cho cột đúc nguyên khối hay lắp ghép phụ thuộc trọng lượng và kích thước, điều kiện làm việc của cột.

Móng nguyên khối có dạng hình tháp hoặc dạng bậc. Dạng hình tháp tiết kiệm nguyên liệu hơn dạng bậc, chế tạo phức tạp hơn, hiện nay ít dùng. Móng dạng bậc có hai bậc (khi chiều cao < 1 m), ba bậc (khi chiều cao > 1 m), một bậc (khi chiều cao < 40 cm). Chiều cao chung của móng và chiều cao bậc dưới xác định bằng tính toán. Chiều cao bậc lấy theo bội số của 100 mm.

Cốt thép của móng cấu tạo dạng lưới, đường kính thép lớn hơn 10 mm, bước thép nhỏ hơn 200 mm và không nhỏ hơn 100 mm. Lớp bảo vệ cốt thép ở đáy là 70 mm (đất không được chuẩn bị). Đối với đất cát, lớp bảo vệ có thể giảm tới 35 mm. Độ lớn ngàm cốt thép làm việc của cột vào móng cho ở bảng 5.4.

Bảng 5.4

Loại cốt thép	**Kiểu cột**	**Độ sâu ngàm cốt thép làm việc của cột khi mác bê tông**	
		200	**300 và lớn hơn**
AII	Tiết diện chữ nhật	20.d	20.d
		30.d	25.d
AIII	Tiết diện chữ nhật	25.d	25.d
		35.d	30.d

** Đường kính cốt thép dọc.*

Chiều sâu của cốc lấy không nhỏ hơn cạnh lớn tiết diện cột và không nhỏ hơn 20 lần đường kính cốt thép dọc chịu lực của cột (khi bê tông có mác ≥ 200). Khi bê tông mác 150 thì không được nhỏ hơn 20 lần đường kính cốt thép dọc chịu lực.

Chiều dày thành và đáy cốc phải lớn hơn 20 cm, khoảng hở giữa thành cốc và cột ở phía dưới lấy bằng 5 cm. Xung quanh miệng cốc bằng 7,5 cm. Móng dưới các cột khung bê tông cốt thép đỡ toàn khối được làm bằng bê tông cốt thép đỡ toàn khối.

3. Công thức tính toán

3.1. Công thức tính toán móng dài dưới tường

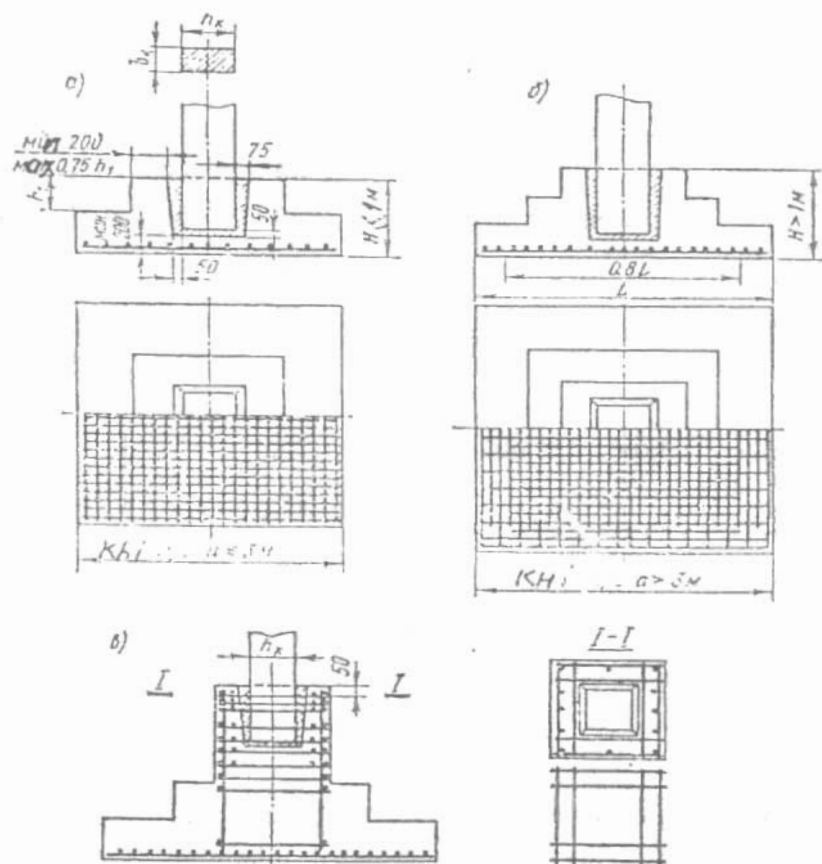
Khi tính toán, người ta tách một đoạn tường có chiều dài l = 1 m, coi tải trọng đặt tập trung ở trung tâm móng. Bề rộng b của đáy móng xác định từ điều kiện cân bằng lực: $N^{tc} + G^{tc}$ từ trên xuống với phản lực của đất ($l.b.R^{tc}$) từ dưới lên trên.

$$N^{tc} + G^{tc} = l.b.R^{tc}$$

Ở đây:

$G^{tc} = l.b.H.\gamma_0$ - Trọng lượng tiêu chuẩn bao gồm trọng lượng tường, móng và đất ở độ sâu chôn móng H; đặt ở trọng tâm đáy móng.

R^{tc} - Áp lực tiêu chuẩn của đất.



Hình 5.24. Móng bê tông cốt thép nguyên khối dưới cột lắp ghép

N^{tc} - Tải trọng tiêu chuẩn tập trung (bao gồm tất cả trọng lượng các phần tính được trên móng, đặt ở trọng tâm tiết diện ngang I I).

b, l, H - Các kích thước chính (Hình 5.25).

γ_0 - Trọng lượng thể tích trung bình của móng, tường và đất lấy bằng $2T/m^3$.

Chiều rộng đáy móng

$$b = \frac{N^{tc}}{l \cdot \left(R^{tc} - \gamma_0 \cdot H\right)}$$

Chiều rộng b lấy theo bội số của 100 mm. Chiều cao của móng: $h = h_0 + a$

(a - lớp bê tông bảo vệ, h_0 - chiều cao tính toán móng)

Công thức kinh nghiệm:

$$h_0 = \frac{b - b_1}{4}$$

Ngoài ra chiều cao móng phải thoả mãn điều kiện bền của móng

$$h_0 \geq \frac{c \cdot \sigma_d}{R_K}$$

Ở đây:

σ_d - Ứng suất của đất do tải trọng tính toán gây ra, không kể đến trọng lượng bản thân của móng và đất trên móng.

$$\sigma_d = \frac{N}{b \cdot l}$$

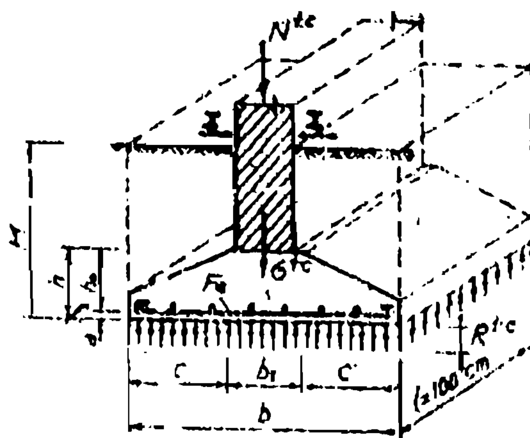
R_k - Cường độ chịu kéo tính toán của bê tông.

Diện tích cốt thép trong móng tính tương tự dầm mặt cắt chữ nhật, cốt thép đơn, chịu tải trọng phân bố đều (là áp lực của nền đất). Sơ đồ tính toán là dầm công - xôn. Mômen tại mép tường do phản lực của đất σ_d, khi chiều dài công - xôn là c. Tính theo:

$$M = \frac{\sigma_d \cdot l \cdot c^2}{2}$$

Diện tích cốt thép trên chiều dài 1 m của móng tính theo:

$$F_a = \frac{M}{\gamma_0 \cdot R_a \cdot h_0}$$ với $\gamma_0 = 0,9$.



Hình 5.25. Sơ đồ tính toán

Ví dụ 16: Tính móng dưới tường của nhà với số liệu sau: Tải trọng tiêu chuẩn trên 1 m dài móng N^{tc} = 120.000 daN (trong đó tải trọng tính toán N = 14.400 daN. Áp lực tiêu chuẩn tác dụng lên đất khi chiều sâu chôn móng H = 1,2 m là R^{tc} = 1,3 daN/cm^2. Mác bê tông 150, thép AI. Trọng lượng thể tích của móng và đất trên móng γ_0 = 2000 daN/cm^3.

Giải: Xác định bề rộng b đáy móng:

$$b = \frac{N^{tc}}{l \cdot \left(R^{tc} - \gamma_0 \cdot H\right)} = \frac{120.000}{100(1,3 - 0,002 \cdot 120)} = 113\,\text{cm}.$$

Lấy b = 120 cm

Chiều cao h của móng:

$$h = h_0 + a = \frac{b - b_1}{4} + a = \frac{120 - 33}{4} + 5 = 26\,\text{cm}$$

Lấy h = 30 cm. Chiều cao tính toán:

h_0 = h - a = 30 - 5 = 25 cm.

Kiểm tra theo điều kiện:

$$h_0 = 25cm > \frac{c \cdot \sigma_d}{R_K} = \frac{43,5 \cdot 1,2}{5,8} = 9\,\text{cm}.$$

Trong đó:

$$\sigma_d = \frac{N}{b \cdot l} = \frac{14.400}{120 \cdot 100} = 1,2 \text{ daN/cm}^2.$$

$$c = \frac{b - b_1}{2} = \frac{120 - 33}{2} = 43,5 \text{ cm}$$

Mômen uốn trong móng:

$$M = \frac{\sigma_d \cdot l \cdot c^2}{2} = \frac{1,2 \cdot 100 \cdot 43,5^2}{2} = 113.500 \text{ daN.cm}$$

Diện tích cốt thép trên 1 m chiều dài móng:

$$F_a = \frac{M}{0,9 \cdot R_a \cdot h_0} = \frac{113.500}{0,9 \cdot 2100 \cdot 25} = 2,3 \text{ cm}^2.$$

3.2. Công thức tính toán móng dưới cột

Tính móng dưới cột bê tông cốt thép chịu tải trọng đúng tâm

Diện tích đáy móng tính theo công thức:

$$F_d = \frac{N^{tc}}{R^{tc} - \gamma_{tb} \cdot H_1}$$

Trong đó:

N^{tc} - Tải trọng tiêu chuẩn tại mức mặt đất (Tấn).

R^{tc} - Áp lực tiêu chuẩn của đất tại đáy móng (T/m^3)

γ_{tb} - Trọng lượng thể tích trung bình của móng và đất trên móng. $\gamma_{tb} = 2,0$ T/m^3.

H_1 - Chiều sâu chôn móng (m).

Tải trọng N^{tc} có thể xác định theo tải trọng tính toán bằng cách chia nó cho hệ số quá tải $n_{tb} = 1,2$.

Chiều cao móng h_0 phải kiểm tra theo điều kiện chọc thủng với giả thiết rằng việc chọc thủng xảy ra theo mặt hình tháp, có các cạnh bên nghiêng 45^0 so với trục thẳng đứng.

$$P \le 0,75.R_p.h_0.h_{tb}$$

Trong đó:

P - Lực chọc thủng tính toán, tác dụng tại đỉnh móng và không kể tải trọng đặt tại đáy khối chọc thủng hình tháp.

0,75 - Hệ số thực nghiệm.

R_p - Cường độ chịu kéo tính toán của bê tông.

h_0 - Chiều cao tính toán móng.

b_{tb} - Trị số chu vi trung bình giữa đáy trên và đáy dưới hình tháp.

$$b_{tb} = \frac{b_K + b_H}{2}$$

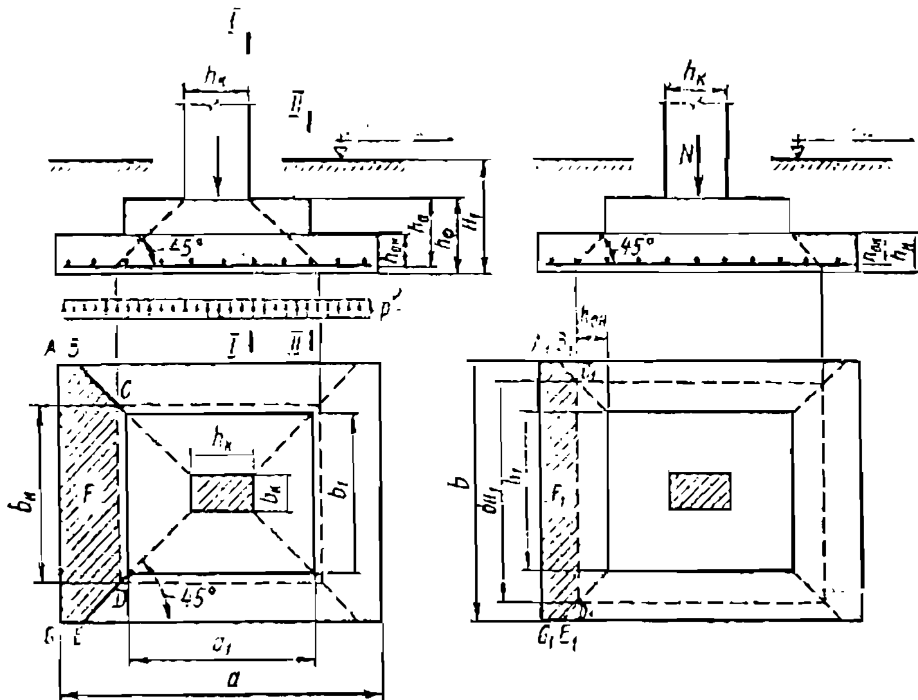
Lực chọc thủng tính toán P bằng lực N tác dụng tại tiết diện cột phía trên móng trừ đi phản lực của đất do N gây ra.

$$P = N - F_0.P'_{dat}.$$

P'_{dat} - Áp lực của đất gây ra do N.

$$P'_{dat} = \frac{N}{F_d}$$

Từ đó ta có: $$h_0 = -\frac{h_K + b_K}{4} + \frac{1}{2} \cdot \sqrt{\frac{N}{0,75 \cdot R_p + P'_{dat}}}$$



Hình 5.26

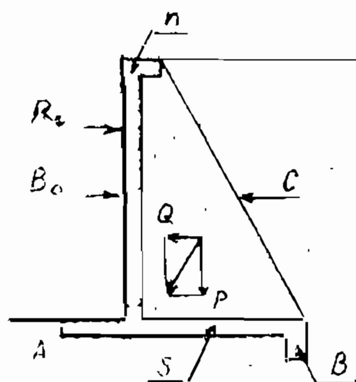
VII. TƯỜNG CHẮN

1. Tường chắn

Một tường chắn bằng bê tông cốt thép gồm các phần sau:

- Tấm chắn tiếp nhận lực đẩy của đất R_1, phần trên có gân n. Tấm chắn tựa trên tường ốp C, lỗ thoát nước B_3 tránh nước đọng ở phía sau tường, tạo nên lực đẩy phụ.

- Đế S dùng làm móng công trình, có thể kéo dài tới trước tấm chắn (điểm A), bảo đảm phân bố áp suất trên đất tốt nhất. Tăng cứng cho đế có gân B cắm sâu vào đất, tránh trượt cho công trình. Sự trượt do thành phần ngang Q lực đẩy của đất. Tường ốp C phân bố đều, nhằm tăng sự vững chắc của tường chắn với đế S.



Hình 5.27

2. Lực tác động: Lực tác động lên tường chắn gồm

- Trọng lượng của tường, trọng lượng đất trên móng, phần trọng lượng quá tải, ... Giả sử P là lực tổng hợp các lực trên.

- Lực đẩy của đất Q

Dưới tác dụng của lực đẩy Q, tường có xu hướng lật quanh cạnh A và trượt trên móng. Để tường chắn luôn ở trạng thái cân bằng, thì mômen đối với điểm A của các lực gây lật phải nhỏ hơn mômen tại chính điểm đó của các lực tạo nên sự ổn định. Tuy nhiên điều kiện này vẫn chưa đủ. Phải thấy rằng ứng suất cực đại trên đất của nền phải nhỏ hơn ứng suất cho phép chịu được của đất. Tốt

nhất làm sao để lực tổng R của P và Q đi vào gần giữa móng, để cho lực nén phân bố đều trên toàn móng.

Để tránh trượt của tường thì tỉ số giữa lực ngang và lực đứng thẳng phải nhỏ hơn hệ số ma sát của bê tông trên đất (f).

Giá trị của f như sau:

Trên đất sét ẩm f = 0,3

Trên đất sét khô f = 0,5

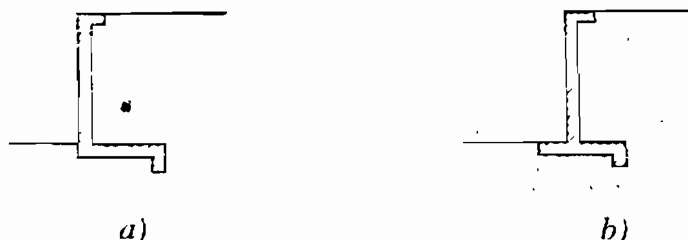
Trên đất cát f = 0,4

Trên đất sỏi f = 0,6

3. Các kiểu tường chắn

- Tường cao nhỏ hơn 3 ÷ 4m .

Loại này bao gồm: Tường chắn và đế bên trong đồng nhất, không có đế ngoài và tường ốp (Hình 5.28a). Tường chắn với đế ngoài và đế trong (Hình 5.28b).



a) *b)*

Hình 5.28

Kiểu tường này có ưu điểm:

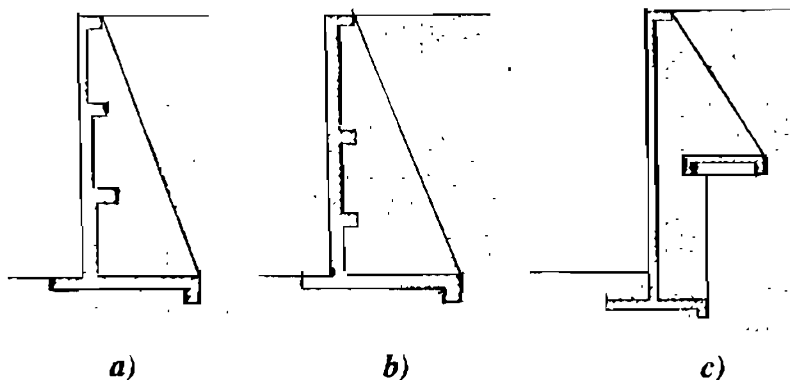
+ Công việc đào đắp đất ít, vì bề rộng đế trong nhỏ.

+ Lực tác động lên đất nhỏ và được phân bố đều.

- Tường có chiều cao trên 3 ÷ 4m.

Loại tường này minh hoạ trên (Hình 5.29), nghĩa là tường chắn với tường ốp. Khoảng cách giữa các tường ốp 2 ÷ 3m. Tường chắn có tấm đan có chiều dày gia tăng từ đỉnh tới chân tường. Chiều dày tấm đan nhỏ nhất không dưới 8 ÷ 10cm, kích thước gân 15×15cm.

Những tường ốp cách quãng lớn thì thường áp dụng các dầm trung gian (Hình 5.29a,b) liên kết cả với tường chắn. Trường hợp muốn chiều dày tường chắn và cốt thép như nhau từ đỉnh tới đáy, ta giảm giãn cách giữa các dầm và cho gần về phần dưới của tường (Hình 5.29c).



Hình 5.29

4. Tính toán lực đẩy của đất

Thành phần nằm ngang Q của lực đẩy này, tính cho một nhánh thẳng đứng rộng 1m.

$$Q = A \cdot \Delta \cdot \frac{h^2}{2} \qquad (1)$$

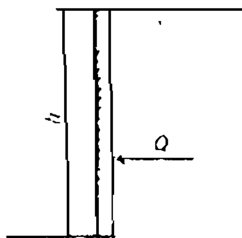
Ở đây: A - hệ số phụ thuộc góc taluy tự nhiên của đất φ, độ nghiêng của tường,...

Δ - trọng lượng riêng của đất.

h - chiều cao của tường.

Trong tính toán thực tế, giá trị A cho trong (bảng 5.5). Trường hợp tường thẳng đứng (Hình 5.30) lấp đầy đất tới vị trí ngang, không bị quá tải, ta có:

$$A = tg^2\left(\frac{\pi}{4} - \frac{\varphi}{2}\right)$$



Hình 5.30

Bảng 5.5

φ (độ)	A	φ (độ)	A	φ (độ)	A
10	0,704	25	0,406	40	0,217
15	0,588	30	0,333	45	0,171
20	0,490	35	0,270	50	0,132

Liên quan tới trọng lượng riêng của đất, góc φ của taluy tự nhiên, khi không có số liệu thực nghiệm chính xác, chấp nhận số liệu ở bảng 5.6

Bảng 5.6

Bản chất của đất	Trọng lượng riêng (Kg)	φ (độ)
Đất lẫn cây cỏ thông thường	1450	45
Đất sét	1800	45
Đất nặng	1900	55
Đất mịn	1420	30
Đất cát	1700	35
Đất sét và bùn	1850	20
Đá cuội và đá	1550	45

Những số liệu trên có thể thay đổi phụ thuộc vào độ ẩm của đất.

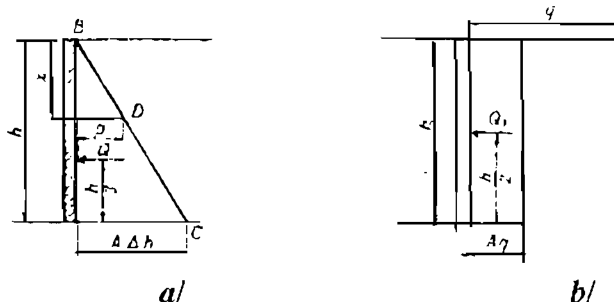
Khảo sát (Hình 5.31), tam giác có độ cao h, đáy AΔh. Diện tích tam giác này là $\frac{h}{2}\cdot A\cdot\Delta h$. Nó bằng Q và hoành độ p = A.Δz của điểm D nào đó trên BC, là áp suất tại điểm có toạ độ z.

Lực đẩy Q tác động vào trọng tâm của tam giác (ứng với $\frac{h}{3}$ so với đáy). Nếu quá tải phân bố đều là q/m^2 tạo nên lực đẩy phụ thêm do quá tải của đất vào lực đẩy khảo sát trước

$$Q_1 = A\cdot q\cdot h \qquad (2)$$

Biểu đồ áp suất tương ứng với q là hình chữ nhật cao h và đáy Aq. Lực tổng hợp Q_1 tác động vào giữa tường. Áp suất tại các điểm trên chiều cao tường có giá trị:

$$P = A.q$$



a/ b/

Hình 5.31. Sơ đồ lực tác dụng lên tường

a - Khi không quá tải   b - Khi quá tải một lượng q

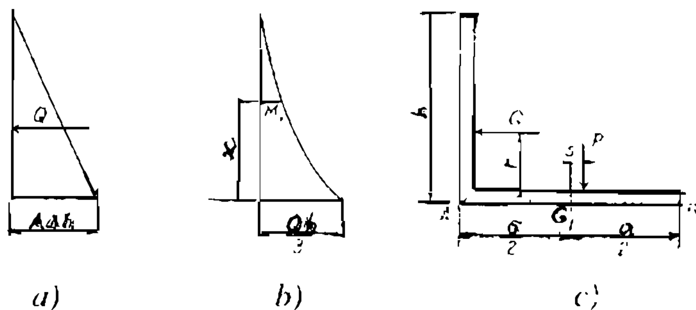
5. Tính toán tường chắn

Khảo sát một dải tường thẳng đứng có bề rộng 1m, chiều cao bằng chiều cao tường.

5.2. Tính toán sự ổn định của tường.

Xác định lực tác động gây ra do lực đẩy của đất vào tường và lực do quá tải của tường, những tải trọng thẳng đứng (trọng lượng tường, lực của khối đất đắp và lực do quá tải).

- Tính lực đẩy: lực đẩy do đất và lực đẩy do quá tải đã tính ở công thức (1) và (2). Giả sử Q là lực tổng hợp của những lực này và r là khoảng cách giữa lực tổng hợp so với phần đế.



a) b) c)

Hình 5.32. Sơ đồ lực tác dụng

Tính tải trọng thẳng đứng: xác định đối với 1m chiều dài của tường.

* Trọng lượng tường chắn.

* Trọng lượng đế.

* Trọng lượng đất lấp trên đế.

* Trọng lượng phần quá tải trên đất lấp.

Giả sử P là lực tổng hợp của tải trọng thẳng đứng, S là khoảng cách từ lực P tới trọng tâm G của đế.

Tính phản lực của đất: Mômen đối với trọng tâm G của đế bằng:

$M = Q \cdot r - P \cdot s$ (giá trị tuyệt đối). Khi P ở bên trái G ta có:

$$M = Q \cdot r + P \cdot s .$$

Ứng suất tại A và B cho bởi công thức chung.

$$\sigma' = \frac{N}{\Omega} \pm \frac{M \cdot y}{I}$$

Khi đơn vị đo là Newton và milimét, ta có:

$$\Omega = 1000 \cdot a; \; \frac{y}{I} = \frac{a/2}{1000 \cdot \frac{a^3}{12}}; \; \sigma' = \frac{N}{1000 \cdot a} + \frac{6M}{1000 \cdot a^2}$$

Trong công thức này σ' tính bằng MPa, N bằng Newton, M bằng Newton milimét và a bằng milimét.

* Tiếp theo xác nhận:

Tường không bị lật quanh cạnh A

Mômen lật quanh cạnh A

$$M = Q.r$$

Mômen ổn định

$$M_s = P\left(\frac{a}{2} + s\right) \text{ hoặc } P\left(\frac{a}{2} - s\right) \text{ nếu P ở bên trái G.}$$

Từ đó ta phải có

$$\frac{M_s}{M_r} > 2$$

* Ứng suất cực đại trên đất nền móng là cho phép, nghĩa là chúng ta có:

$$\sigma_A = \frac{N}{1000 \cdot a} + \frac{6M}{1000 \cdot a^2} < \text{Ứng suất cho phép bởi độ bền của đất.}$$

* Tường không trượt trên móng, nghĩa là ta có: $\frac{Q}{P} < f$ (f - hệ số ma sát của bê tông trên đất).

5.2. Tính toán tường chắn

Tường coi như một công-xôn ngàm chặt ở đế, dưới tải trọng phân bố hình tam giác (Hình 5.32a).

Mômen một điểm bất kỳ là:

$$M_x = \frac{Q(h-x)^3}{3 \cdot h^2}$$

Biểu đồ mômen trình bày trên hình 5.32b. Mômen cực đại có giá trị:

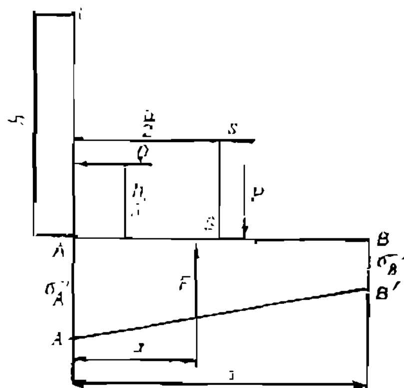
$$M_m = \frac{Q \cdot h}{3}$$

Khi biết mômen ở tiết diện nào đó, cốt thép được xác định bởi phương pháp đã trình bày ở các chương trước.

5.3. Tính toán đế

Đế sẽ chịu các lực sau (đối với một lát rộng 1m).

* Trọng lượng của đế, trọng lượng tường chắn, đất đắp, phần quá tải trên đất đắp. Giả sử P là lực tổng hợp.



Hình 5.33. Sơ đồ lực tác dụng lên đế.

* Phản lực của đất: Giả sử F là lực tổng hợp cách A một khoảng x. Nếu nhận đơn vị đo ứng suất là MPa, lực bằng Newton, mômen bằng Newton milimét, khoảng cách bằng milimét, ta có:

$$F = \frac{\sigma'_A + \sigma'_B}{2} \times 1000 \cdot a$$

F - đi qua trọng tâm của hình thang ABA'B', cách A một khoảng x.

$$x = \frac{\sigma'_A + 2\sigma'_B}{\sigma'_A + \sigma'_B} \times \frac{a}{3}$$

Mômen ở A có giá trị:

$$M_{AB} = \frac{\sigma'_A + \sigma'_B}{2} \times 1000 \cdot a \times \frac{\sigma'_A + 2\sigma'_B}{\sigma'_A + \sigma'_B} \times \frac{a}{3} - P\left(\frac{a}{2} + s\right)$$

$$M_{AB} = 1000\frac{a^2}{6}\left(\sigma'_A + 2\sigma'_B\right) - P\left(\frac{a}{2} + s\right)$$

Với đơn vị khảo sát ta có:

$$\sigma'_A = \frac{P}{1000a} + \frac{6M}{1000a^2}; \sigma'_B = \frac{P}{1000a} - \frac{6M}{1000a^2}$$

Thay M bằng giá trị: $M = Q \cdot \frac{h}{3} - P \cdot s$ ta có:

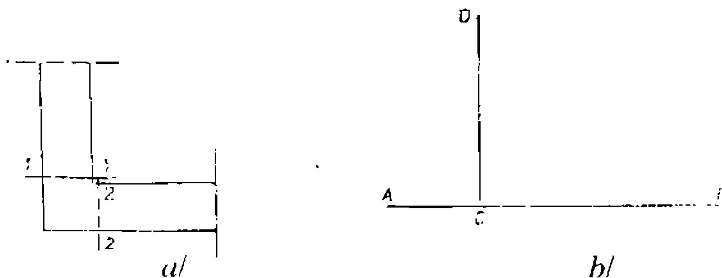
$$M_{AB} = -Q\frac{h}{3}$$

Ta đã biết $M_{AC} = Q \cdot \frac{h}{3}$ do đó

$$M_{AB} + M_{AC} = 0.$$

Kết quả này cho thấy nút A phải được cân bằng

Thực tế, người ta tính mômen trong tiết diện 1-1, và nhận được cũng mômen đó ở tiết diện 2-2.



Hình 5.34

Phần AC và CB tính như dầm công-xôn, nút C ở trạng thái cân bằng. Lần này ta có: $M_{CA} + M_{CD} + M_{CB} = 0$.

6. Tường chắn có tường ốp

Khảo sát một dải tường thẳng đứng có bề rộng 1m, chiều cao bằng chiều cao tường.

6.1. Tính toán sự ổn định của tường

Phương pháp tính toán cũng tương tự phần trên (Phần A). Nhưng thân trọng lượng của tường ốp, trọng lượng thêm vào cho 1m tường.

6.2. Tính toán tường chắn

Tường chắn coi như tấm đan nửa ngàm trên tường ốp chịu tải trọng ngang. Để tính toán ta chia tường chắn thành các dải cao 1m xuất phát từ đỉnh tường và chấp nhận rằng áp suất tổng của lực đẩy của đất không thay đổi trên 1m chiều cao này.

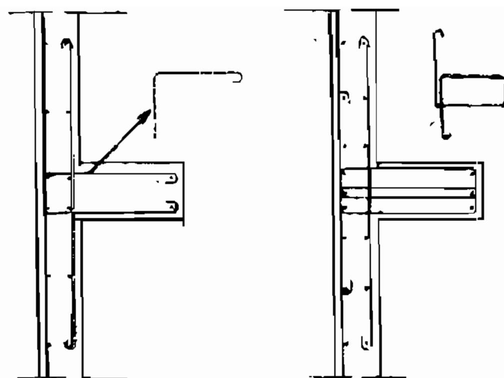
Nếu l là khẩu độ của trục với trục tường ốp, p là áp suất trên mét vuông, ta có mômen:

$$M = \frac{P \cdot l^2}{10} \text{ trên khẩu độ}$$

$$M = \frac{P \cdot l^2}{16} \text{ trên gối tựa.}$$

Những cốt thép chính của tường chắn nằm ngang và cốt phân bố sẽ nằm thẳng đứng. Ngoài ra, do lực đẩy của đất có xu hướng tách tường chắn khỏi tường ốp, nên cần bảo đảm sự liên kết giữa hai phần tử này.

Có thể cốt thép chính hoặc một phần nằm trong tường ốp (Hình 5.35a), hoặc tính cốt ngang của tường ốp ngàm trong tường chắn (Hình 5.35b).



Hình 5.35

6.3. Tính toán đế

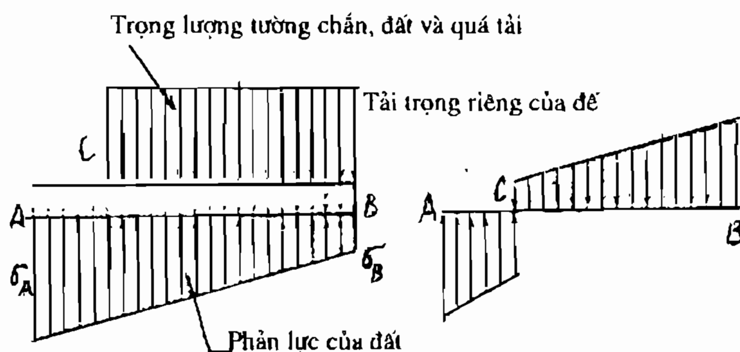
Đế chịu các lực: trọng lượng đế, trọng lượng tường chắn, đất, phần trọng lượng hoạt tải, và phản lực của đất.

Trọng lượng đế được phân bố đều và hướng từ trên xuống dưới (Hình 5.36a)

Trọng lượng tường chắn, đất và phần quá tải tương ứng với tải trọng P' hướng từ trên xuống dưới, phân bố đều trên BC.

Phản lực của đất hướng từ dưới lên trên, phân bố dạng hình thang. Giá trị σ_A' và σ_B' dùng để nghiên cứu sự ổn định của tường. Hình (5.36b) cho phân bố tải trọng trên đế.

Để xác định cốt thép, phần AC coi như công-xôn ngàm tại C. Phần BC coi như tấm đan tựa trên bốn cạnh (hai của tường ốp, tường chắn và miệng gân).



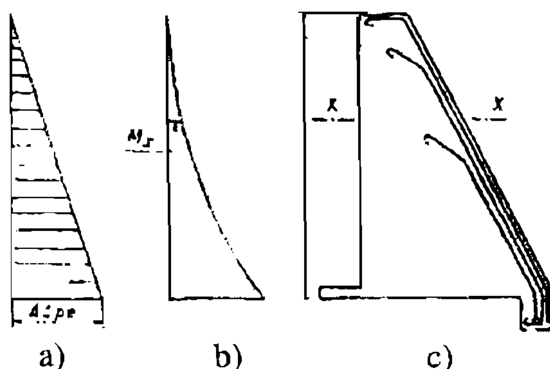
Hình 5.36

a - Biểu đồ lực tác dụng lên đế   b - Biểu đồ tải trọng của đế

6.4. Tính toán miệng gân đế: Miệng gân đế coi như dầm nửa ngàm, tựa trên tường ốp, tiếp nhận phản lực của đế.

6.5. Tính tường ốp: Tường ốp coi như công-xôn ngàm vào đế và chịu những lực truyền vào từ tường chắn. Tiết diện của nó dạng chữ T. Người ta có thể biết biểu đồ tải trọng, vì p là áp suất tác dụng lên tường chắn ở độ sâu z và e là khoảng cách của tường ốp. áp suất tác động lên tường ốp sẽ là p.e. Ở đây biểu diễn đồ thị tải trọng (Hình 5.37a) và đồ thị mômen (Hình 5.37b).

Khảo sát tiết diện X-X mômen tác động trong tiết diện đã biết, chúng ta có thể tính cốt thép. Cốt thép sẽ đặt gần thành nghiêng và liên kết với miệng gân đế. Người ta bố trí cốt thép đã được tính toán trong những mặt phẳng song song với mỗi mặt của tường ốp bằng những cốt thép đường kính nhỏ thẳng đứng hoặc song song với mặt nghiêng.

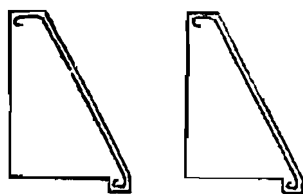


a) b) c)

Hình 5.37

Người ta còn bố trí các cốt thép ngang để bảo đảm tường chắn gắn chặt vào tường ốp.

Những cốt ngang xác định phụ thuộc vào giá trị lực cắt ngang.



Hình 5.38

Bài tập

Bài 1: Thiết kế tiết diện cho cột lắp ghép bằng bê tông cốt thép chịu nén trung tâm. Chiều dài tính toán l_0 = 5,6 m, tiết diện vuông. Tải trọng tác dụng dài hạn N_{dh} = 1000KN, tải trọng tác dụng ngắn hạn N_{ngh} = 200 KN, bê tông mác 150, loại thép AI.

Bài 2: Tính diện tích cốt thép của cấu kiện chịu nén trung tâm, đổ toàn khối, có kích thước tiết diện 25x25 cm, chiều dài tính toán l_0 = 4 m. Bê tông mác 150, thép loại AI. Lực dọc tác dụng dài hạn N_{dh} = 630 KN, lực dọc tác dụng ngắn hạn N_{ngh} = 250 KN.

Bài 3: Tính dầm chịu mômen uốn, M = 15 Tấn.m, tiết diện h = 60 m, b = 25 cm. Bê tông mác 200, cường độ chịu uốn tính toán R_u = 100 KG/cm^2; thép AI, với R_a = 2700 KG/cm^2.

Bài 4: Kiểm tra khả năng chịu tải của dầm có tiết diện b = 30 cm, h = 70 cm và h_0 = 66 cm, F_a = 15,7 cm^2 - 5Φ20AII, bê tông mác 150 với R_u = 80 KG/cm^2, thép AII có R_a = 2700 KG/cm^2.

Bài 5: Tính dầm chịu mômen uốn M = 24 tấn.m. Tiết diện cấu kiện h = 50 cm,

b = 25 cm. Bê tông mác 200, R_u = 100 KG/cm^2, thép AII có cường độ tính toán R_a = 2700 KG/cm^2 = R_{ac}.

Bài 6: Xác định khả năng chịu tải của cấu kiện, tiết diện h = 50 cm, b = 20 cm,

h_0 = 46,5 cm (a = a' = 3,5 cm), cốt thép F_a = 10,18 cm^2 - 4Φ18AII,

F'_a = 4,02 cm^2 - 2Φ16AII, R_a = R_{ac} = 2700 KG/cm^2. Bê tông M150 với

R_u = 80 KG/cm^2.

Bài 7: Dầm chữ T, mác bê tông M200 với R_u = 100 KG/cm^2, thép AII với

R_a = 2700 KG/cm^2. Chịu mômen uốn M = 120 tấn.m. Hãy lựa chọn tiết diện dầm.

Bài 8: Tính dầm móng, khi mômen uốn M = 12 T.m, bê tông M150 với

R_u = 80 KG/cm^2, thép AI với R_a = 2100 KG/cm^2. Tiết diện b_t = 40 cm,

b_d = 25 cm, h = 50 cm và h_0 = 46 cm.

Bài 9: Tính móng dưới cột khung, tải trọng tiêu chuẩn tại mức mặt đất do cột khung gây ra N^{tc} = 1060 KN. Tải trọng tính toán N = 1240 KN đặt ở trung tâm, R^{tc} = 2 daN/cm^2. Chiều sâu chôn móng H = 1,5 m. Trọng lượng thể tích trung bình của móng và đất trên móng γ_{tb} = 0,002 daN/cm^3. Cột khung có tiết diện vuông $a_c.b_c$ = 35x35 cm. Bê tông mác 150, thép AI.

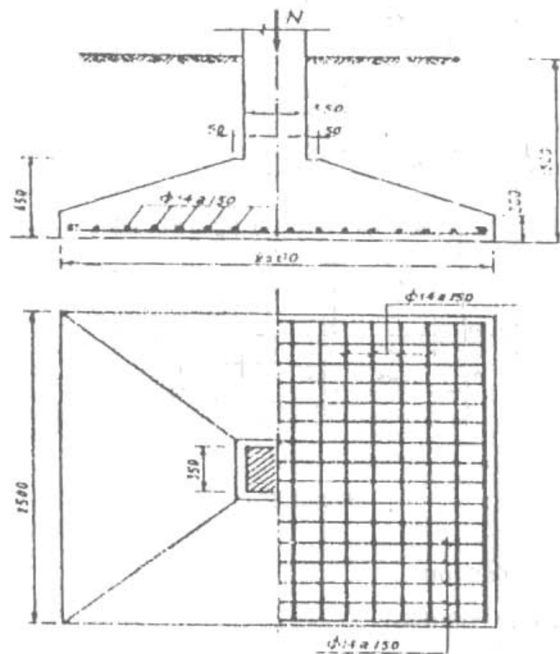
Bài 10: Tính diện tích cốt thép chịu kéo theo trị số mômen uốn. Mômen uốn do áp lực của đất xác định như công - xôn theo tiết diện I I theo cạnh cột và II II cạnh bậc trên.

$$M_I = \frac{P'_{dat} \cdot (a - h_K)^2 \cdot b}{8}$$

$$M_{II} = \frac{P'_{dat} \cdot (a - a_1)^2 \cdot b}{8}$$

Khi biết h_0, diện tích tiết diện cốt thép trên mỗi phương tính theo công thức:

$F_a = \dfrac{M}{\gamma_0 \cdot R_a \cdot h_0}$ trong đó $\gamma_0 = 0,9$.



Bài tập lớn ứng dụng 1

Giả sử nghiên cứu số liệu trình bày ở dưới, tường chắn trình bày trên (Hình 1.1) không có ốp ngang.

- Trọng lượng riêng của đất $\Delta = 16.000 N/m^3$.

Góc taluy tự nhiên $\varphi = 35^0$.

Độ bền cho phép của đất nền móng: 0,15Mpa.

Hệ số ma sát f = 0,35.

Quá tải trên phần đất đổ: $5KN/m^2$.

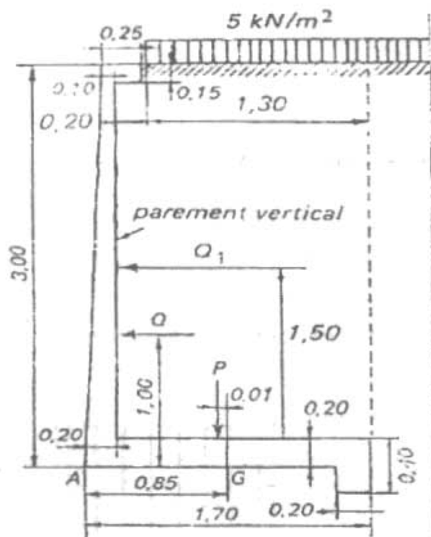
Vật liệu làm tường có các đặc điểm sau:

Bê tông f_{c28} = 25Mpa

$\overline{\sigma}_b$ = 14,2Mpa

f_{t28} = 2,1Mpa.

Cốt thép F_eE40, kiểu 1, γ_s = 1,15. Nứt thì có hại.



Hình 1.1

a/ Trạng thái giới hạn cuối cùng.

Với lát 1m ta có: Lực đẩy của đất

$Q = 0,270 \times 16.000 \times \frac{\overline{3^2}}{2} = 19.440N$, điểm đặt lực ở khoảng cách so với A là $\frac{3}{3} = 1m$. (phía trên A).

Lực đẩy do quá tải $Q_1 = 0,270 \times 5000 \times 3 = 4050N$, điểm đặt lực cách A (phía trên A) $\frac{3}{2} = 1,5m$.

Tải trọng thẳng đứng, ta bỏ qua tải trọng của gân mép trên.

Trọng lượng của tường chắn: $\frac{0,1+0,2}{2} \times 2,80 \times 25.000 = 10.500N$.

Trọng lượng đế : $1,7\times 0,20\times 25.000 = 8.500N$.

Trọng lượng đất trên đế : $2,80\times 1,50\times 16.000 = 67.200N$.

Vậy P = 86.200N.

$$1,30\times 5.000 = P_1$$

Quá tải trên phần đất đắp : $P_1 = 6.500N$

$$P + P_1 = 92.700N$$

Mômen các lực khác nhau đối với A.

$$M_A^Q = 19440\times 1 = 19440Nm$$

$$M_A^{Q_1} = 4050\times 1,5 = 6075Nm$$

$$M_A^P = 10500\times 0,12 + \frac{8500\times 1,70}{2} + 67200\left(\frac{1,50}{2} + 0,2\right) = 72.325Nm$$

(ở đây: 0,12 là khoảng cách từ trọng tâm hình thang đối với điểm A).

$$M_A^{P_1} = 6500\cdot\left(\frac{1,30}{2} + 0,40\right) = 6825Nm$$

ở đây lực đẩy của đất là lực thường xuyên, nên cần nhân với hệ số 1,35. Quá tải trên đất đắp là lực thay đổi, nên phải nhân với hệ số 1,50. Các hệ số này không khảo sát khi chúng tác động theo hướng thuận lợi đối với việc nghiên cứu.

Khi không có quá tải ta có:

$$\frac{M_s}{M_r} = \frac{72.325}{1,35\times 19440} = 2,75$$

$$\frac{Q}{P} = \frac{1,35\times 19.440}{86.200} = 0,30$$

Lực tổng hợp P đi qua điểm $\frac{72.325}{86.200} = 0,84m$ cách điểm A, cách điểm G khoảng 0,01m.

Ta có:

$$M_G = 1,35\times 19440\times 1 + 1,35\times 86200\times 0,01 = 27.408Nm.$$

(Nếu P đi quá bên phải điểm G, thuận lợi để tính M, kết quả là σ_A'. Trường hợp này không khảo sát hệ số 1,35) vì

$$N = 1,35 \times 86200 = 116.370$$

$M_G = 27408 Nm$ và a = 1,70m.

$\sigma_A' = 0,125MPa$; $\sigma_B' = 0,011MPa$.

Khi có quá tải ta có:

$$\frac{M_S}{M_r} = \frac{72.325 + 6.825}{1,35 \times 19.440 + 1,5 \times 6.075} = 2,23$$

$$\frac{\text{Lực ngang}}{\text{Lực đứng}} = \frac{1,35 \times 19.440 + 1,5 \times 4050}{92.700} = 0,85m$$

cách điểm A, nghĩa là đi qua trọng tâm của đế. Ở đây

$$M_G = 1,35 \times 19.440 + 1,50 \times 6075 = 35.356 Nm.$$

Như vậy
$$N = 1,35 \times 86.200 + 1,50 \times 6.500 = 126.120N$$
$$M_G = 35.356$$

và a = 1,7m.

$\sigma_A' = 0,148MPa$; $\sigma_B' = 0,001MPa$.

Để xác định cốt thép của tường chắn, ta nghiên cứu tiết diện ngàm của tường chắn vào đế. Nghĩa là tiết diện đặt ở khoảng cách 2,80m dưới đỉnh của tường. Ta có:

$$Q = 0,270 \times 16.000 \times \frac{2,80^2}{2} = 16.934N$$

$$Q_1 = 0,270 \times 5.000 \times 2,80 = 3.780N$$

$$M = 1,35 \times 16.934 \times \frac{2,80}{3} + 1,50 \times 3.780 \times \frac{2,80}{2} = 29.275 N.m$$

$$\mu = \frac{29.275}{14,2 \times 100 \times 17,5^2} = 0,067 < \mu_l$$; β = 0,965 (Bảng 7 phụ lục)

$$A = \frac{29.275}{0,965 \times 348 \times 17,5} = 4,98cm^2.$$

Lực cắt ngang cực đại:

$$V_u = 1,35 \times 16.934 + 1,5 \times 3.780 = 28.531$$

$$\tau_u = \frac{28.531}{1.000 \times 175} = 0,16MPa < 0,05 \cdot f_{c28} = 1,25MPa$$

Đối với cốt thép của đế, ở tiết diện bên phải tường mômen ngàm

M = 29.275N.m; độ dày của đế bằng độ dày tường. Cắt dọc sẽ được tính ở phần sau.

b/ Trạng thái giới hạn làm việc

Ta chỉ cần xác nhận một trong hai tiết diện ngàm, vì chúng giống nhau.

$$M = 16.934 \times \frac{2,80}{3} + 3.780 \times \frac{2,80}{2} = 0,00287$$

$$\beta_1 = 0,912;$$

$$K = 0,024;$$

$$A = \frac{21.097}{0,912 \times 17,5 \times 240} = 5,50cm^2$$

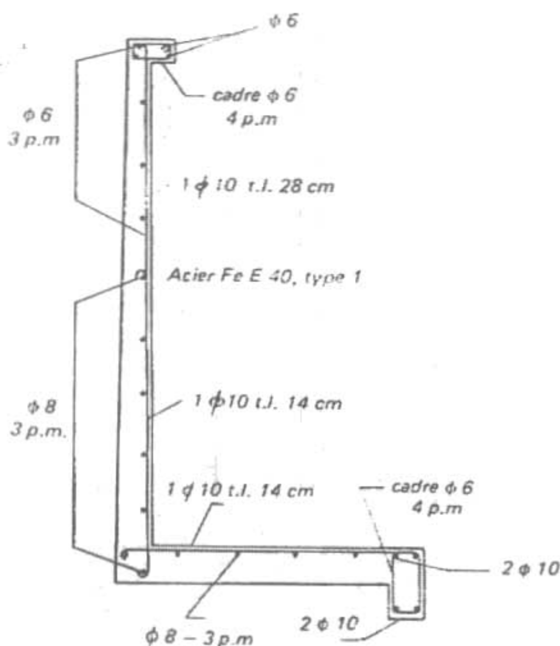
Giá trị này thì lớn hơn giá trị tìm được ở mục a/, nên cần kiểm tra lại.

$$\sigma_b = 0,024 \times 240 = 5,76MPa < 0,6 \cdot f_{c28} = 0,6 \times 25 = 15MP$$

c/ Cốt thép của tường.

Với các kết quả tính trước ta có, sơ đồ bố trí cốt thép trên cấu kiện.

Số cốt thép ϕ10 trên tường chắn một nửa số thanh đứng chạy suốt chiều cao, một nửa số thanh còn lại dừng ở mức nửa chiều cao tường.



Hình 1.2. Sơ đồ bố trí cốt thép

Bài tập ứng dụng số 2

(Tường chắn có ốp ngang)

Nghiên cứu tường chắn có ốp ngang (Hình 2.1) dày 0,15m, trục cách trục 3m.

Trọng lượng riêng của đất Δ = 16.000N/m^2

Góc nghiêng tự nhiên của đất (taluy) φ =35^0.

Sức bền cho phép của đất nền móng 0,15MPa.

Hệ số ma sát f = 0,45.

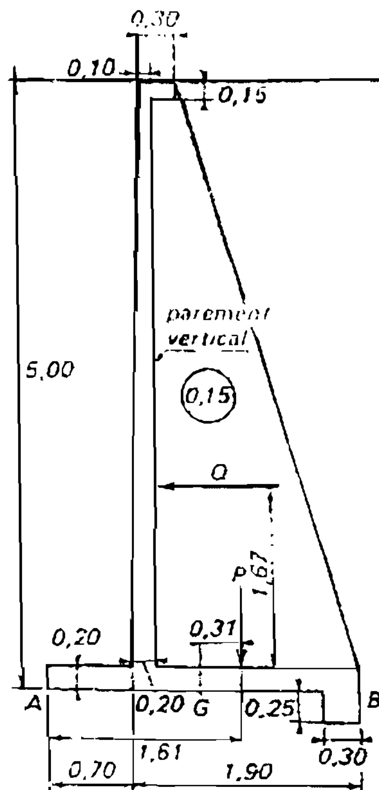
Đặc điểm vật liệu làm tường:

Bê tông f_{c28} = 25MPa, σ_b =14,2 MPa,

f_{t28} = 2,10MPa.

Cốt thép Fe E40, kiểu 1 γ_s = 1,15.

Nứt thì có hại.



Hình 2.1. Tường chắn có tường ốp

Không có quá tải. Trường hợp có quá tải tính như bài 1.

a/ Trạng thái giới hạn cuối cùng

Đối với dải 1m của tường ta có:

Lực đẩy của đất

$$Q = 0,270 \times 16.000 \times \frac{5^2}{2} = 54.000N$$ đặt ở độ cao $\frac{5}{3} = 1,67m$ so với đáy.

Tải trọng thẳng đứng: Bỏ qua trọng lượng của gân và của miệng gân đế; cũng như sự khác nhau giữa trọng lượng riêng của tường ốp và trọng lượng riêng của đất đổ đầy.

Trọng lượng riêng của tường chắn: $\frac{0,10 + 0,20}{2} \times 4,8 \times 25.000 = 18.000N$

Trọng lượng của đế $0,20 \times 2,6 \times 25.000 = 13.000N$

Trọng lượng của đất trên đế $1,70 \times 4,80 \times 16.000 = 130.560N$

P = 161.560N

Mômen các lực đối với A.

$$M_A^Q = 54.000 \times 1,67 = 90.180N.m$$

$$M_A^P = 18.000 \times 0,82 + \frac{13.000 \times 2,60}{2} + 130.560\left(0,70 + 0,20 + \frac{1,70}{2}\right)$$

= 260.140N.m.

+ Cân bằng tĩnh: Chúng ta có $\frac{M_s}{M_r} = \frac{260 \times 140}{1,35 \times 90.180} = 2,14$

$$\frac{Q}{P} = \frac{1,35 \times 54.000}{161.560} = 0,45$$

Lực tổng hợp đi qua cách A một đoạn $\frac{260.140}{161.560} = 1,61m$, cách G một khoảng 0,31m.

$$M_G = 1,35 \times 54.000 \times 1,67 - 161.560 \times 0,31 = 71.660N.m$$

(để nhận được giá trị cực đại của σ_A', hệ số 1,35 chỉ áp dụng đối với P trong tính toán M_G). Do đó

$$N = 1,35 \times 161.560 = 218.106N$$

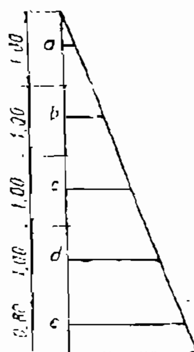
$$M_G = 71.660Nm$$

$$a = 2,6m; \sigma_A' = 0,147MPa; \sigma_B' = 0,020MPa$$

+ Tính toán tường chắn:

Ta chia tường chắn thành các dải ngang, cao 1m chấp nhận áp suất trung bình trong mỗi dải. Áp suất đặt trên mỗi nửa chiều cao (a, b, c, d, e).

Tính hoàn toàn với 4 dải; những dải khác tính tương tự theo chiều cao độ dày thay đổi. Dải cuối cùng khi tính b chỉ 80cm.



Hình 2.2

Ở điểm d, tính với hệ số 1,35 ta có

$$p = 0,270 \times 16.000 \times 3,5 \times 1,35 = 20.412\, N/m^2$$

Mômen khẩu độ

$$M_t = \frac{20.412 \times 3^2}{10} = 18.371 N.m$$

Mômen trên điểm tựa

$$M_a = \frac{20.412 \times 3^2}{16} = 11.482 N.m$$

Lực cắt ngang

$$V_u = \frac{20.412 \times 3}{2} = 30.618 N$$

$$\overline{\sigma_b} \times b \times d^2 = 14,2 \times 100 \times (14,5)^2 = 298.555$$

Ta có $\mu = \dfrac{18.371}{298.555} = 0,062 < \mu_l$ β = 0,968 (Bảng 7)

$$A = \frac{18.371}{0,968 \times 14,5 \times 348} = 3,76 cm^2.$$

Đối với tiết diện tựa:

$$\mu = \frac{11.482}{298.555} = 0,038 < \mu_l \qquad \beta = 0,981$$

$$A = \frac{11.482}{0,981 \times 14,5 \times 348} = 2,32cm^2$$

ứng suất tiếp

$$\tau_u = \frac{30.618}{1000 \times 145} = 0,21 < 0,05 \cdot f_{c28} = 1,25MPa$$

Không cần có cốt thép ngang.

+ Tính toán đế

Đế sẽ chịu:

* Phản lực của đất, biểu đồ phân bố hình thang. Theo kết quả tính toán ổn định σ_A' = 0,147MPa; σ_B' = 0,020MPa.

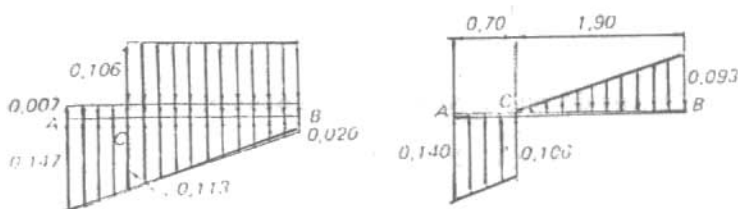
* Trọng lượng phân bố đều trên AB.

$$\frac{1,35 \times 13.000}{1.000 \times 2.600} = 0,007MPa$$

* Trọng lượng tường chắn và đất, phân bố đều từ B đến C với lý do.

$$\frac{1,35(18.000 + 130.560)}{1.000 \times 1.900} = 0,106MPa$$

Ta có biểu đồ phân bố sau



Hình 2.3

Tải trọng trên phần AC là:

$$P_1 = \frac{0,140 + 0,106}{2} \times 1.000 \times 700 = 86.100N$$

Lực tổng hợp này đi qua trọng tâm của hình thang. Mômen ở C có giá trị:

$$M = 86.100 \times 0,366 = 31.513Nm$$

$$\mu = \frac{31.513}{14,2 \times 100 \times 17^2} = 0,074 < \mu_l ; \beta = 0,962.$$

$$A = \frac{31.513}{14,2 \times 17 \times 348} = 5,34cm^2.$$

ứng suất tiếp:

$$\tau_u = \frac{86.100}{1.000 \times 170} = 0,51MPa < 0,05 \cdot f_{c28} = 1,25MPa.$$

Không cần cốt thép ngang.

Phần CB của đế coi như tấm đan tựa trên tường chắn và trên miệng gân đế. Lực tổng hợp tác dụng lên BC:

$$P_2 = \frac{0 + 0,093}{2} \times 1.000 \times 1.900 = 88.350N$$

Lực tổng hợp đi qua trọng tâm của tam giác (biểu đồ ứng suất) và cách C một khoảng $\frac{1,90 \times 2}{3} = 1,267m$. Ta có thể xác nhận mômen ở điểm nào đó của phần CB thì nhỏ hơn trên điểm tựa C. Trong điều kiện này, ta kéo dài phần CB. Cốt thép xác định đối với phần CA.

Tại đầu B để cân bằng, ngàm nhẹ trên miệng gân đế. Việc ngàm này không tính. Có thể bố trí một số cốt thép vào phần trên của tấm đan.

+ Tính toán miệng gân đế.

Để xác định phản lực của đế lên miệng gân, ta tính mômen những lực đối với C.

$$86.100 \times 0,366 + 88.350 \times 1,267 - V_B \times 1,90 = 0$$
$$V_B = 75.501N/m$$

Trọng lượng của miệng gân dưới đế

$$0,30 \times 0,25 \times 1 \times 25.000 = 1875N/m$$

Tải trọng tổng trên mét dài

$$75.501 + 1,35 \times 1.875 = 78.032 N/m$$

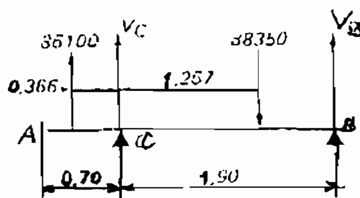
Mômen khẩu độ:

$$M_t = \frac{78.032 \times 3^2}{10} = 70.223 N.m$$

Mômen ở điểm tựa $\quad M_a = \dfrac{78.032 \times 3^2}{16} = 43.889 N.m$

Lực cắt ngang cực đại $\quad V = \dfrac{78.032 \times 3}{2} = 117.048 N$

Cần xác định cả cốt thép dọc và ngang.



Hình 2.4

+ Tính toán tường ốp.

Trên cơ sở tường ốp ta có:

$$P = 0,270 \times 16.000 \times 4,80 \times 3,00 = 62.208 N/m$$

$$M = 1,35 \times 62.208 \times \frac{4,8}{2} \times \frac{4,8}{3} = 322.486 Nm$$

Nhận bề rộng bản nén b = 80cm và chiều cao hữu ích d = 185cm.

$$M = 322.486 N.m < 14,2 \times 80 \times 20\left(185 - \frac{20}{2}\right) = 3.976.000 N.m$$

Chỉ một phần của bản là chịu nén.

$$\mu = \frac{322.486}{14,2 \times 80 \times (185)^2} = 0,008 < \mu_l ; \beta = 0,996$$

$$A = \frac{322.486}{0,996 \times 185 \times 348} = 5,03 cm^2$$

Lực cắt ngang cực đại

$$V = 1,35 \times 62.208 \times \frac{4,8}{2} = 201.554N$$

$$\tau_u = \frac{201.554}{150 \times 1850} = 0,73MPa < 0,10f_{c28} = 2,5MPa$$

Sự liên kết của bản và gân chúng ta có:

$$\tau_u^1 = \frac{V_u \times b_1}{0,9 \times d \times b \times h_0} = \frac{201.554 \times 325}{0,9 \times 1.850 \times 800 \times 200} = 0,25MPa < 0,10f_{c28} = 2,5MPa$$

Xác nhận cốt thép của sàn đủ để phục vụ. Chúng ta biết rằng, tiết diện của cốt thép (coi như trên 1 đơn vị chiều dài) phải lớn hơn

$$\frac{V_u}{0,8 \cdot d} \times \frac{b_1}{b \cdot f \cdot e} =$$

$$= \frac{201.554 \times 325}{0,8 \times 1.850 \times 800 \times 348} = 0,16m.m^2 / m.m$$

Phần trên ta đã tìm được tiết diện tựa, cốt thép trên với A = 2,32cm²/m hoặc 0,232 mm²/m.m, điều kiện được xác nhận vì

A_1 > 0,232mm²/m.m > 0,160mm²/mm.

Đối với cốt thép ngang, ta chấp nhận s_t = 20cm trên cơ sở tường ốp, ta có:

$$A_t \geq \frac{15 \times 20(0,73 - 0,5)}{0,8 \times 400} = 0,22cm^2$$

Tiết diện tổng cộng cần thiết của cốt thép là: $\frac{83.981}{348} = 241mm^2$

b/ Trạng thái giới hạn phục vụ:

+ Tường chắn.

$$p = 0,270 \times 16.000 \times 3,50 = 15.120N / m^2$$

Ta có $M_t = \frac{15.120 \times 3^2}{10} = 13.608N.m; M_a = \frac{15.120 \times 3^2}{16} = 8.505N.m$

Không cho phép bị nứt. Ứng suất cực đại của thép σ_s = 240MPa.

* Đối với tiết diện trên khẩu độ

$$\mu_1 = \frac{13.608}{100\times(14,5)^2\times 240} = 0,0027; \beta_1 = 0,914; K = 0,024$$

$$A = \frac{13.608}{0,914\times 14,5\times 240} = 4,28cm^2$$

Giá trị này cao hơn giá trị tính ở phần trên. Ta chọn 1ϕ12 và 4ϕ10 tổng tiết diện là 4,27cm². Cốt phân bố gồm 3ϕ8.

$$\sigma_b = 0,024\times 240 = 5,76MPa < 0,6\cdot f_{c28} = 15MPa$$

* Đối với tiết diện gối tựa. $\mu_1 = \frac{8.505}{100\times 14,5^2\times 240} = 0.0017; \beta_1 = 0,930; K = 0,018$

$A = \frac{8.505}{0,930\times 14,5\times 240} = 2,62cm^2$ cao hơn giá trị 2,32cm². Chấp nhận 1ϕ10 + 4ϕ8 = 2,79cm².

$$\sigma_b = 0,018\times 240 = 4,32MPa < 0,6\cdot f_{c28} = 15MPa$$

+ Đế: Tính với các số liệu phần a/ ta có:

$$M_G = 54.000\times 1,67 - 161.560\times 0,31 = 40.096Nm$$

Với N = 161.560N; M_G = 40.096Nm và a = 2,60m. Ứng suất trên đất có giá trị: σ_A' = 0,9MPa; σ_B' = 0,026MPa.

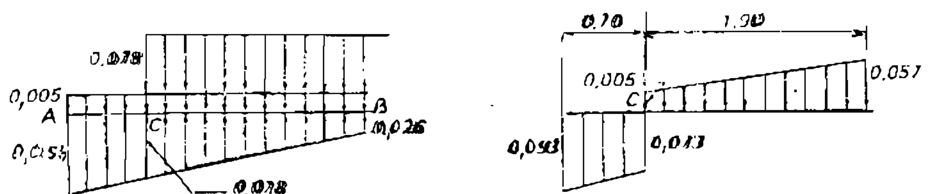
Trọng lượng đế phân bố trên AB.

$$\frac{13.000}{1.000\times 2.600} = 0,005MPa.$$

Trọng lượng tường và đất phân bố trên BC.

$$\frac{18.000 + 130.560}{1.000\times 1.900} = 0,078MPa.$$

Dưới đây là biểu đồ:



Hình 2.5

Trên phần AC, tải trọng tổng hợp là:

$$P_1 = \frac{0,093+0,073}{2} \times 1.000 \times 700 = 58.100N$$

Lực này đi qua điểm cách C một khoảng 0,364m (trọng tâm hình thang).

$$M = 58.100 \times 0,364 = 21.148Nm.$$

Tính toán như đối với tường chắn, ta có:

$$\mu_1 = \frac{21.148}{0,910 \times 17^2 \times 240} = 0,0030; \beta_1 = 0,910; K = 0,025$$

$A = \dfrac{21.148}{0,910 \times 17^2 \times 240} = 5,69cm^2 > 5,34cm^2$. Do đó chọn 5ϕ12 = 5,34cm^2.

$$\sigma_h = 240 \times 0,025 = 6,0MPa < 0,6 \cdot f_{c28} = 15MPa.$$

+ Tường ốp:

Mômen $\quad M = 62.208 \times \dfrac{4,8}{2} \times \dfrac{4,8}{3} = 238.879N.m$

Ta có thể xác nhận $M_0 \geq M$, do đó trục trung hoà nằm trong phần bản. Tiết diện chữ T phải được tính toán như tiết diện chữ nhật, bề rộng b = 80.

$$\mu_1 = \frac{238.879}{80 \times 185^2 \times 240} = 0,0004; \beta_1 = 0,965; K = 0,008$$

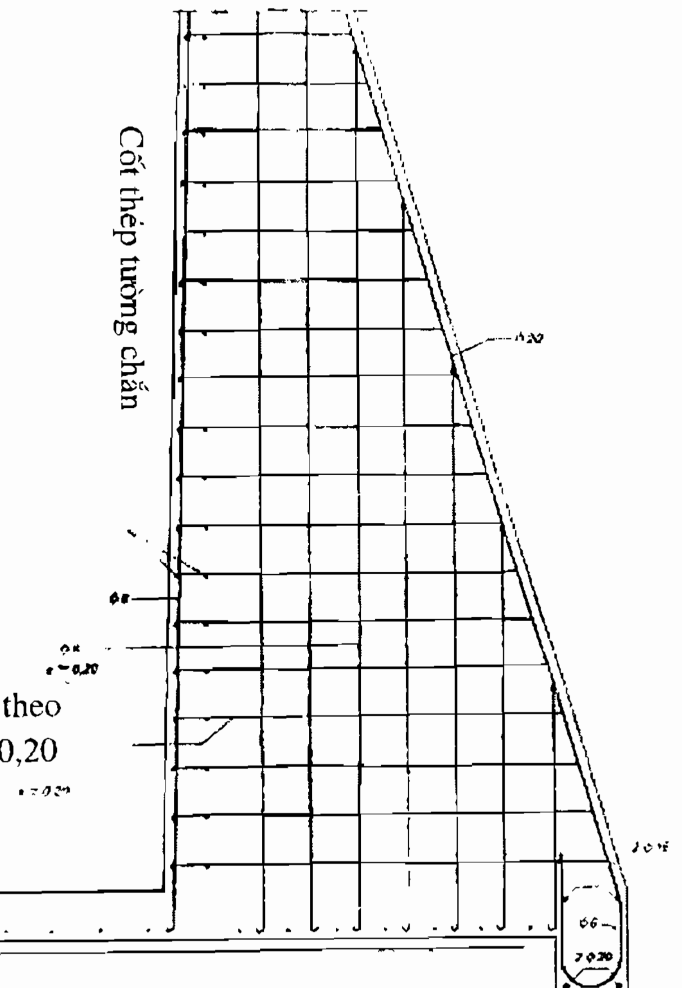
$A = \dfrac{238.879}{0,965 \times 185 \times 240} = 5,57cm^2 > 5,03cm^2$. Chọn 2ϕ20 = 6,28cm^2

$$\sigma = 240 \times 0,008 = 1,92MPa < 0,6 \cdot f_{c28} = 15MPa$$

Ngoài ra cốt thép thẳng đứng thiết lập bởi những ϕ8.

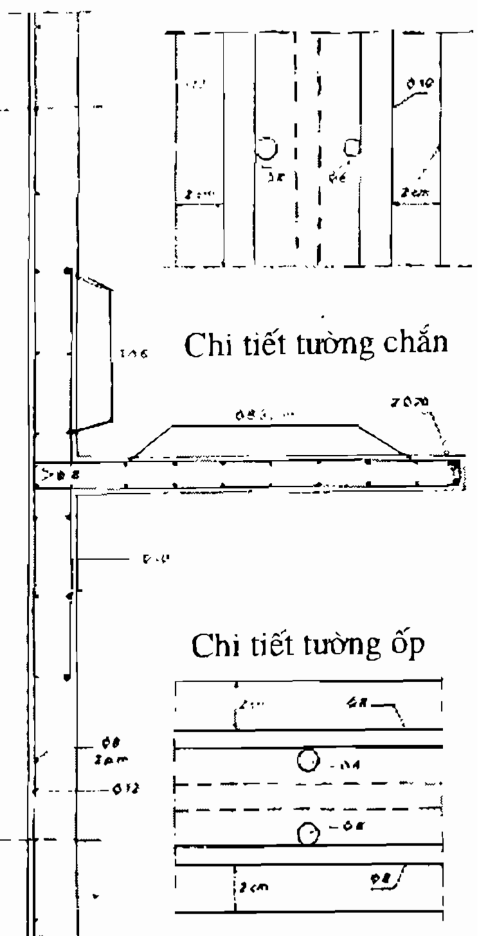
c/ Thép làm cốt bê tông.

Thép sử dụng làm cốt cho tường chắn trình bày trên hình vẽ.



Cốt thép tường chắn

Khung ϕ thay đổi theo
hiều cao e = e = 0,20



Chi tiết tường chắn

Chi tiết tường ốp

khung φ6

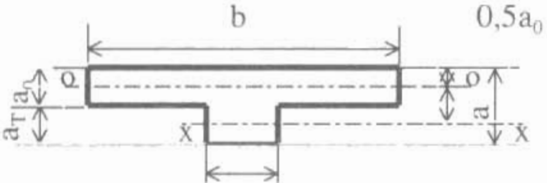
Cốt thép Fe E 40

khung φ8

khoảng cách thay đổi

PHỤ LỤC

Phụ lục 1: *Biểu tính toán đặc trưng hình học của tiết diện chữ T*



1. *Diện tích* $F = C_1 + b.a_0$;

2. *Khoảng cách từ trọng tâm đến trục 0 - 0:* $y_0 = \dfrac{G_2}{F}$

3. *Mômen quán tính đối với trục x - x:* $J_{x-x} = C_3.b + C_4 - \dfrac{C_5}{F}$

Kích thước (cm)		C_1 (cm^2)	Hệ số $C_2 \approx C_5$								
			a_0 = 25cm; C_3 = 1302 cm^2			a_0 = 38cm; C_3 = 4560 cm^2			a_0 = 51cm; C_3 = 11054 cm^2		
a_1	b_1		$C_2 10^2 (cm^3)$	$C_4 10^4 (cm^4)$	$C_5 10^7 (cm^3)$	$C_2 10^2 (cm^3)$	$C_4 10^4 (cm^4)$	$C_5 10^7 (cm^6)$	$C_2 10^2 (cm^3)$	$C_1 10^4 (cm^4)$	$C_5 10^7 (cm^6)$
13	25	325	61,7	12,18	3,81	82,9	21,59	6,87	104	33,74	10,81
	38	494	93,9	18,54	8,77	126	32,82	15,87	158,1	51,26	25,07
	51	663	126	24,87	15,87	169,1	44,04	28,58	212,2	68,83	45,02
	64	832	158,1	31,19	24,98	212,2	55,26	45	266	86,30	70,83
	77	1001	190,2	35,55	36,18	255,2	66,50	65,16	320,3	103,51	102,00
26	25	650	165,7	46,93	24,47	208	70,2	43,25	250,2	100	62,62
	38	981	253,9	69,81	63,47	716,2	106,74	99,97	380,4	152	144,68
	51	1325	337,8	93,62	114,15	424,3	143,24	180,06	510,1	203,85	260,21
	64	1664	424,3	115,79	180,26	532,5	179,77	283,55	640,6	256,01	410,40
	77	2002	510	141,31	260,1	640,6	216,26	410,39	770,8	308	594,97
39	25	975	312	112,19	97,34	75,4	156,88	140,91	438,8	209,79	192,5
	38	1484	473,6	170,30	224,3	570,6	238,5	325,57	666	318,45	443,56
	51	1990	636,08	229,09	405,51	765,6	320,09	586,42	895,5	428,19	801,92
	64	2500	800	287,69	640	961	401,68	923,47	1125	544,26	1265,62
	77	3003	960	345,21	921,6	1156,1	483,15	1336,33	1351,3	646,12	1826,15

Kích thước (cm)		C_1 (cm^2)	Hệ số $C_2 \approx C_5$								
			a_0 = 25cm; C_3 = 1302 cm^2			a_0 = 38cm; C_3 = 4560 cm^2			a_0 = 51cm; C_3 = 11054 cm^2		
a_1	b_1		$C_2 10^2 (cm^3)$	$C_4 10^4 (cm^4)$	$C_5 10^7 (cm^3)$	$C_2 10^2 (cm^3)$	$C_4 10^4 (cm^4)$	$C_5 10^7 (cm^6)$	$C_2 10^2 (cm^3)$	$C_1 10^4 (cm^4)$	$C_5 10^7 (cm^6)$
52	25	1300	500,5	220,98	250,5	585	292,54	342,22	669,5	373,05	448,22
	38	1976	760,7	337,41	578,76	889,2	444,6	790,68	1017,6	568,59	1035,57
	51	2652	1021	452,84	1042,48	1193,4	596,7	1424,2	1365,8	763,11	1865,32
	64	3328	1281,2	568,12	1611,18	1497,6	748,79	2242,51	1713,9	957,63	2947,37
	77	4004	1555,4	683,7	2376,34	1801,2	900,63	3245,4	2062,1	1128,07	4252,01
65	25	1625	731,2	387,15	534,73	836,9	488,19	700,36	942,5	714,07	1065,97
	38	2470	1111,5	588,45	1235,43	1272	742,02	1621,05	1432,6	919,21	2052,34
	51	3315	1491,7	789,3	2225,32	1707,2	995,9	2914,68	1922,7	1233,68	3696,77
	64	4160	1872	991,12	3504,38	2142,4	1249,77	4589,99	2412,8	1548,14	5824,6
	77	5005	2252,2	1192,41	5072,63	2577,6	1503,64	6643,94	2902,9	1862,61	8426,83
78	25	1960	1004,2	613,51	1008,5	1131	754,82	1279,16	1257,7	907,58	1581,93
	38	2964	1526,4	932,53	2330,04	1719,1	1146,33	2952,38	1911,8	1379,52	3654,9
	51	3978	2042,7	1251,56	4196,97	2307,2	1539,82	5323,28	2566,8	1851,46	6583,38
	64	4992	2570,19	1507,66	6609,30	2895,4	1932,37	8383,08	3213,8	2323,4	10367,57
	77	6006	3093,5	1889,61	9567,02	3483,5	2324,87	12131,70	3873,9	2795,43	15006,87
91	25	2275	1319,83	924,83	1741,08	1467,4	1103,42	2153,22	1615,2	1303,8	2609,03
	38	3458	2005,6	1401,18	3985,62	2230,4	1711,67	5695,01	2455,2	1986,82	6045,34
	51	4641	2691,8	1880,53	7241,37	2993,4	2250,91	8960,52	3295,1	2659,75	10857,75
	64	5824	3377,9	2359,88	11403,71	3756,5	2824,74	14150,03	4135	3337,73	16987,44
	77	7007	4061,1	2839,24	16506,76	4519,5	3398,49	20425,97	4975	4015,71	24750,33

Phụ lục 2: *Hệ số φ và m_{dh} để tính cường độ các cấu kiện bê tông cốt thép chịu nén đúng tâm và lệch tâm.*

Độ mảnh của cấu kiện	l_0/b	≤ 8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40
	l_0/D	≤ 7	8,5	10,5	12	14	15,5	17	19	21	22,5	24	26	28	29,5	31	33	34,5
	l_0/r	≤ 28	35	42	48	55	62	69	76	83	90	97	104	111	118	125	132	139
Đối với bê tông nặng	φ	1	0,98	0,96	0,93	0,89	0,85	0,81	0,77	0,73	0,68	0,64	0,59	0,54	0,49	0,44	0,40	0,35
	m_{dh}	1	1	0,96	0,93	0,89	0,85	0,81	0,78	0,74	0,70	0,67	0,63	0,59	0,55	0,52	0,48	0,15

Trong đó: b - Cạnh nhỏ của tiết diện chữ nhật;

D - Đường kính của tiết diện tròn;

r - Bán kính quán tính nhỏ nhất của tiết diện;

l_0 - Chiều dài tính toán của cấu kiện lấy như sau:

Cấu kiện bị ngàm hai đầu $l_0 = 0,5.l$

Cấu kiện có một đầu ngàm, một đầu khớp $l_0 = 0,7.l$

Cấu kiện có hai đầu khớp $l_0 = l$

Cấu kiện có một đầu ngàm, một đầu tự do $l_0 = 2.l$

l là chiều dài hình học của cấu kiện.

Phụ lục 3: Áp lực tiêu chuẩn của đất tại đáy móng R^{tc}.

Tên loại đất	R^{tc}, KG/cm^2	
Đất tảng		
Đá có cát lẫn...	6,0	
Đá sỏi từ những mảnh vụn nham thạch...	5,0	
Đá cuội...	3,0	
Đất cát..	Mật độ	Mật độ trung bình
Cát thô to...	4,5	3,5
Cát thô trung bình....................................	3,5	2,5
Cát thô nhỏ..	3,0	2,0
Cát bụi..	2,5	1,5
Cát bụi ẩm ít...	2,5	2,0
Cát bụi ẩm..	2,0	1,5
Cát bụi hút nước.....................................	1,5	1,0
Đất sét phụ thuộc hệ số xốp ε	Độ đặc	
	B = 0	B = 1
Cát pha:		
ε = 0,5..	3,0	3,0
ε = 0,7..	2,5	2,0
Cát sét:		
ε = 0,5..	3,0	2,5
ε = 0,7..	2,5	1,8
ε = 1,0..	2,0	1,0
Sét:		
ε = 0,5..	6,0	4,0
ε = 0,6..	5,0	3,0
ε = 0,8..	3,0	2,0
ε = 1,1..	2,5	1,0

Phụ lục 4: *Trọng lượng thể tích (γ) của một số vật liệu xây dựng thường gặp*

Tên vật liệu	γ (kg/m^3)
Khối xây bằng viên xây nhân tạo:	
Khối xây bằng gạch đất sét thông thường dùng vữa xi măng.	1800
Khối xây bằng gạch đất sét thông thường dùng vữa tam hợp.	1700
Khối xây bằng gạch đất sét thông thường dùng vữa vôi.	1600
Khối xây bằng gạch rỗng	1300 ÷ 1500
Khối xây bằng gạch xốp rỗng	1000 ÷ 1200
Khối xây bằng gạch xỉ	1100 ÷ 1400
Khối xây bằng viên xây tự nhiên:	
Khối xây bằng đá cứng (cẩm thạch, granit)	2680
Khối xây bằng đá có độ chặt trung bình (đá vôi, sa thạch)	2200
Khối xây bằng đá nhẹ (tup, đá vỏ so)	2400
Khối xây đá hộc có độ chặt trung bình	2000
Bê tông và khối xây bằng viên xây bê tông:	
Bê tông đá dăm (sỏi) không đầm rung	2200
Bê tông đá dăm (sỏi) có đầm rung	2300
Bê tông gạch vỡ	1800
Bê tông xỉ cấp phối	1100 ÷ 1200
Bê tông xỉ nồi hơi	1350 ÷ 1450
Bê tông đá bọt	800 ÷ 1000
Khối xây bằng viên xây bê tông	1200 ÷ 2300
Bê tông cốt thép:	
Dùng đá dăm granit, không đầm rung	2400
Dùng đá dăm granit, có đầm rung	2500

Phụ lục 5. Tải trọng tiêu chuẩn phân bố đều trên sàn và hệ số vượt tải

Số TT	Loại nhà và công trình	Tải trọng tiêu chuẩn (daN/cm^2)	Hệ số vượt tải (n)
1	2	3	4
1	Mái dốc trần vôi rơm, trần bê tông đổ tại chỗ không có người đi lại, trừ người đi lại sửa chữa, chưa kể đến các thiết bị thông hơi nếu có.	30	1,4
2	Mái bằng, trần bê tông lắp ghép không có người đi lại trừ người đi lại sửa chữa, chưa kể các thiết bị điện nước, thông hơi nếu có.	75	1,4
3	Gác lửng	Tuỳ theo sử dụng thực tế nhưng không được nhỏ hơn 75 daN/m^2	1,4 khi $P^{tc} < 300$ 1,3 khi $P^{tc} \geq 300$
4	Sân thượng có người đi lại		
	a) Đối với các loại nhà ở	150	1,4
	b) Đối với các công trình công cộng	400	1,3
5	Sàn các loại nhà ở gia đình, tập thể, phòng ngủ học sinh, khách sạn, nhà trẻ mẫu giáo, nhà nghỉ, nhà an dưỡng, bệnh viện và các nhà điều trị khác, nhà làm việc các cơ quan hành chính và khoa học kỹ thuật	150	1,4
6	Sàn lớp học, phòng đọc sách làm việc thủ công nhẹ	200	1,4
7	Sàn nhà ăn tập thể, các loại cửa hàng ăn, giải khát, giảng đường	250	1,3
8	Sàn các gian bán hàng, viện bảo tàng nhà và các gian triển lãm	Theo sức nặng thực tế nhưng không dưới 300 daN/m^2	1,3

1	2	3	4
9	Sàn hội trường, các phòng họp lớn, các gian khán giả của rạp hát, chiếu bóng, câu lạc bộ, gian hoà nhạc, khán đài có chỗ ngồi cố định...	300	1,3
10	Sàn phòng đợi nhà ga	400	1,2
11	Sàn kho sách, lưu trữ, khán đài người đứng xem, gian tập thể thao, văn công...	Theo sức nặng thực tế nhưng không dưới 400 daN/m^2	1,2
12	Hành lang, lối đi, tiền sảnh của:		
	a) Nhà ở gia đình	150	1,4
	b) Nhà tập thể, nhà ngủ học sinh, khách sạn,nhà giữ trẻ mẫu giáo, phòng làm việc của các cơ quan hành chính và khoa học kỹ thuật, bệnh viện và các nhà điều trị khác...	200	1,4
	c) Trường học	250	1,4
13	Cầu thang của các loại nhà	Lấy bằng tải trọng hành lang cộng thêm 100 daN/m^2 nhưng không quá 400 daN/m^2	1,4
14	Sàn các khu vệ sinh (bếp, xí, tắm) của các nhà ở và công trình công cộng, các phòng chuyên môn trong các nhà điều trị, phòng thí nghiệm, bếp nhà ăn tập thể và các loại cửa hàng ăn, các phòng đặt thiết bị kỹ thuật khác...	Theo tải trọng thực tế nhưng không dưới 200 daN/m^2	1,4 khi P^{tc}<300 daN/m^2 1,3 khi P^{tc} = 300~500 1,2 khi P^{tc}>500

1	2	3	4
15	Kho và tất cả các gian phòng hoặc một phần sàn riêng biệt nào đó của các ngôi nhà dùng vào việc chứa và bảo quản hàng hoá, nguyên liệu và các thành phẩm	Theo khối lượng vật liệu lúc chứa nhiều nhất nhưng không dưới 400 daN/m^2	1,3
16	Ban công của tất cả các loại nhà	400	1,4
17	Sàn các loại nhà chăn nuôi nông nghiệp	Theo tải trọng thực tế nhưng không dưới:	
	a) Tiểu gia súc	200	1,4
	b) Đại gia súc	500	1,2

Chú thích:

1. Đối với sàn các loại nhà chưa kể trong bảng trên thì tải trọng tiêu chuẩn và hệ số vượt tải phải định theo những điều kiện sử dụng các công trình ấy và dựa theo kinh nghiệm đã thiết kế những công trình tương tự.

2. Tải trọng ghi trong bảng chưa kể trọng lượng tường ngăn nếu có.

3. Tải trọng ghi trong bảng quy ước phân bố đều trên mặt phẳng nằm ngang.

4. Mái hắt, máng nước, mái che các khán đài sân vận động, bể bơi v.v...tuỳ theo kết cấu thực tế mà coi như mái dốc hoặc mái bằng không có người đi lại (trừ người đi lại sửa chữa).

5. Khi tính kết cấu làm việc công-xon của mái hắt hoặc máng nước cho tất cả các loại nhà, quy định tính với tải trọng tập trung thẳng đứng đặt ở ngoài cùng của chúng. Trị số tiêu chuẩn của tải trọng tập trung lấy là 75 daN trên một mép dài dọc theo tường và hệ số vượt tải là 1.4. Đối với những mái hắt hoặc máng nước có chiều dài dọc theo tường dưới 1 mét vẫn lấy một tải trọng tập trung là 75 daN. Đồng thời, sau khi tính theo tải trọng tập trung phải kiểm tra lại theo tải trọng phân bố đều (chú thích 4). Riêng đối với máng nước, khi thử

lại tải trọng phân bố đều phải lấy theo trị số bất lợi nhất giữa hai trường hợp: Tải trọng tiêu chuẩn như chú thích 4, tải trọng phân bố đều do nước ứ đầy trên máng. Điều này có nghĩa là chỉ lấy một trong hai trường hợp: hoặc là tải trọng tạm thời hoặc là tải trọng do nước đọng đầy, lấy cái nào bất lợi nhất.

Phụ lục 6.a: *Cường độ tiêu chuẩn và cường độ tính toán của bê tông (daN/cm^2)*

Trạng thái ứng suất	Ký hiệu	Mác bê tông									
		35	50	75	100	150	200	300	400	500	600
Nén dọc trục (cường độ lăng trụ)	R_{lt}^{tc}	28	40	60	80	115	145	210	280	350	420
	R_{lt}	14	20	30	44	65	80	130	170	200	230
Nén khi uốn	R^{tc}_{u}	35	50	75	100	140	180	260	350	440	520
	R_{u}	17,5	25	37	55	80	100	160	210	250	280
Kéo dọc trục	R^{tc}_{k}	35	60	8	10	13	16	21	25	28	30
	R_{k}	2,3	2,7	3,6	4,5	5,8	7,2	10,5	12,5	14	15

Phụ lục 6.b: *Môđun đàn hồi của bê tông khi kéo và nén (daN/cm^2)*

Môđun đàn hồi ban đầu của bê tông	Mác bê tông						
	100	150	200	300	400	500	600
E_{b}	190000	230000	265000	315000	350000	380000	400000

Phụ lục 7: *Cường độ tính toán và môđun đàn hồi của cốt thép (daN/cm^2)*

Số thứ tự	Loại cốt thép	Cường độ tính toán			Mođun đàn hồi E_a
		Chịu kéo của cốt dọc R_a	Chịu kéo của cốt đai và cốt xiên R_{ad}	Chịu nén	
1	Thép tròn trơn cán nóng nhóm AI Thép bản, thép góc mác CT3	2100	1700	2100	2100000
2	Thép cán nóng có gờ nhóm AII	2700	2150	2700	2100000
3	Thép cán nóng có gờ nhóm AII	3400	2700	3400	2800000
4	Thép cán nóng có gờ nhóm AIV	5100	4100	3600	2000000
5	Thép kéo nguộicó gờ nhóm AIIB:				
	a) Có kiểm tra ứng suất và độ dãn dài	3700	3000	2700	2100000
	b) Chỉ kiểm tra độ dãn dài không kiểm tra ứng suất	3250	2600	2700	2100000
6	Thép kéo nguội có gờ nhóm AIIIB:				
	a) Có kiểm tra độ dãn dài và ứng suất	4500	3600	3400	2100000
	b) Chỉ kiểm tra độ dãn dài không kiểm tra ứng suất	4000	3200	3400	2000000
7	Sợi thép thường (khi dùng trong lưới hàn và khung hàn):				
	a) Đường kính từ 3 đến 5,5mm	3150	2200	3150	1800000
	b) Đường kính từ 6 đến 8mm	2500	1750	2500	1800000

Phụ lục 8: *Quan hệ chiều dày, khẩu độ và tải trọng của sàn.*

Tải trọng q KN/m²	l: của bản nhiều nhịp (m)										l: của bản một nhịp (m)									
	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	3,0	3,2	3,4
2,5																				
3,0												6~7								
3,5		6 ~ 7																		
4,0																				
4,5								8~9					7 ~ 8			8~9				
5,0																				
6,0				7 ~ 8																
7,0								9 ~ 10								9 ~ 10				
8,0																				
9,0																			10~11	
10,00																				

Phụ lục 9: *Quan hệ kích thước tiết diện (b.h) khẩu độ l và tải trọng của dầm*

Tải trọng	Nhịp của dầm l (m)								
q (KN/m)	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
10	10×25	10×30	15×30	15×35	20×35	20×40	20×40	20×45	20×45
12	10×30	10×30	15×30	15×35	20×35	20×40	20×45	20×45	20×45
14	10×30	15×30	15×35	15×35	20×40	20×40	20×45	20×45	25×50
16	15×30	15×30	15×35	15×40	20×40	20×45	20×45	25×50	25×50
18	15×30	15×35	20×35	20×40	20×40	20×45	20×45	25×50	25×50
20	15×30	15×35	20×35	20×40	20×45	20×45	25×45	25×50	25×55
24	15×35	20×35	20×40	20×40	20×40	25×45	25×50	25×50	25×55
28	15×35	20×35	20×40	20×45	25×45	25×50	25×50	25×50	25×55
32	20×35	20×40	20×40	20×45	25×50	25×50	25×50	25×55	25×60
36	20×35	20×40	20×40	20×45	25×50	25×50	25×55	25×55	25×60

Ghi chú: *Phụ lục 8 và 9 để tham khảo lựa chọn kích thước chiều dày sàn hoặc tiết diện dầm*

Phụ lục 10. *Trị số các hệ số α, γ và A_o dùng để tính cường độ của các cấu kiện chịu uốn, nén lệch tâm và kéo lệch tâm.*

α	γ_o	A_o	α	γ_o	A_o
0,01	0,995	0,01	0,29	0,855	0,284
0,02	0,99	0,02	0,30	0,85	0,255
0,03	0,985	0,03	0,31	0,845	0,262
0,04	0,98	0,039	0,32	0,84	0,269
0,05	0,975	0,048	0,33	0,835	0,275
0,06	0,97	0,058	0,34	0,83	0,282
0,07	0,965	0,067	0,35	0,825	0,289
0,08	0,96	0,077	0,36	0,82	0,295
0,09	0,955	0,085	0,37	0,815	0,301
0,10	0,95	0,095	0,38	0,81	0,309
0,11	0,945	0,104	0,39	0,805	0,314
0,12	0,94	0,113	0,40	0,80	0,32
0,13	0,935	0,121	0,41	0,795	0,326
0,14	0,93	0,13	0,42	0,79	0,332
0,15	0,925	0,139	0,43	0,785	0,337
0,16	0,92	0,147	0,44	0,78	0,343
0,17	0,915	0,155	0,45	0,775	0,349
0,18	0,91	0,164	0,46	0,77	0,354
0,19	0,905	0,172	0,47	0,765	0,359
0,20	0,90	0,18	0,48	0,76	0,365
0,21	0,895	0,188	0,49	0,755	0,37
0,22	0,89	0,196	0,50	0,75	0,375
0,23	0,885	0,203	0,51	0,745	0,38
0,24	0,88	0,211	0,52	0,74	0,385
0,25	0,875	0,219	0,53	0,735	0,39
0,26	0,87	0,226	0,54	0,73	0,394
0,27	0,865	0,234	0,55	0,725	0,4
0,28	0,86	0,241			

Phụ lục 11. Trị số Q_{max}, M_{max} và f_{max} của dầm một khẩu độ.

Sơ đồ tải trọng	Q_{max}	M_{max}	f_{max}
	$Q_A = Q_B = q \cdot \frac{l}{2}$	$M = q \cdot \frac{l^2}{8}$	$\frac{5 \cdot q \cdot l^4}{384 \cdot B}$
	$Q_a = Q_b = 0{,}25.q.l$	$M = 0{,}0833 \cdot q \cdot l^2$	$\frac{q \cdot l^4}{120 \cdot B}$
	$Q_A = Q_B = 0{,}5 \cdot P$	$M = 0.25 \cdot P \cdot l$	$\frac{P \cdot l^3}{48 \cdot B}$
	$Q_A = \frac{P \cdot b}{l}$ $Q_B = \frac{P \cdot a}{l}$	$M = \frac{P \cdot a \cdot b}{l}$	$\frac{P \cdot a^2 \cdot b^2}{3 \cdot B \cdot l}$ Với x = a
	$Q_A = Q_B = P$	$M = P \cdot a$	$\frac{P \cdot a^3}{24 \cdot B}\left(3\frac{l^2}{a^2} - 4\right)$ Với $x = \frac{l}{2}$

Sơ đồ tải trọng	Q_{max}	M_{max}	f_{max}
	$Q_A = Q_B = P$	$M = 0{,}333 \cdot P \cdot l$	$0{,}0355 \cdot \frac{P \cdot l^3}{B}$
	$Q_A = Q_B = 1{,}5 \cdot P$	$M = 0{,}5 \cdot P \cdot l$	$\frac{0{,}049}{B} \cdot \frac{P \cdot l^3}{B}$
	$Q_A = q \cdot l$	$M_A = -0{,}5 \cdot q \cdot l^2$	$0{,}125 \frac{q \cdot l^4}{B}$
	$Q_B = P$	$M_A = -P \cdot l$	$0.333 \cdot \frac{P \cdot l^3}{B}$
	$Q_A = -\frac{5}{8} q \cdot l$ $Q_B = \frac{3}{8} q \cdot l$	$M_{max} = \frac{9}{128} q \cdot l^2$ $x = 0{,}625 \cdot l$ với $M_A = -\frac{1}{8} q \cdot l^2$	$0{,}0054 - \frac{q \cdot l^4}{B}$
	$Q_A = \frac{11}{16} P$ $Q_B = \frac{5}{16} P$	$M_{max} = \frac{5}{32} P \cdot l$ $M_A = -\frac{3}{16} P \cdot l$	$0{,}0093 \frac{P \cdot l^3}{B}$

Sơ đồ tải trọng	Q_{max}	M_{max}	f_{max}
P; A B; a b; l	$Q_B = \frac{P\cdot a^2}{2\cdot l^2}\left(2+\frac{b}{l}\right)$ $Q_A = \frac{P\cdot b}{2\cdot e}\left(3-\frac{b^2}{l^2}\right)$	$M_{max} = 0{,}174P\cdot l$ $M_a = -\frac{P\cdot a\cdot b}{2l^2}(b =$	$0{,}0098\frac{P\cdot l^3}{B}$
q; A B; l	$Q_A = -Q_B = \frac{q\cdot l}{2}$	$M_{max} = \frac{1}{24}q\cdot l^2$ $M_A = M_B = \frac{1}{12}q\cdot l^2$	$\frac{q\cdot l^4}{384B}$
P; A B; a b; l	$Q_A = -Q_B = 0{,}5\cdot P$	$M_{max} = \frac{P\cdot l}{8}$ $M_A = M_B = -\frac{P\cdot l}{8}$	$\frac{P\cdot l^2}{192\cdot B}$
P; A B; l/2 l/2; l	$Q_A = \frac{P\cdot b^2}{l^3}(l+2a)$ $Q_B = -\frac{P\cdot a^2}{l^3}(l+2b)$	$M_{max} = \frac{2}{l^3}P\cdot a^2\cdot b^2$ $M_A = -\frac{P\cdot a\cdot b^2}{l^2}$ $M_B = -\frac{P\cdot b\cdot a^2}{l^2}$	$\frac{P\cdot a^3\cdot b^3}{3\cdot l^3\cdot B}$

***Phụ lục 12.** Các hệ số α, β, γ, a, b để tính mômen uốn và lực cắt ở dầm liên tục có khẩu độ bằng nhau, tải trọng đối xứng*

Dầm ba nhịp

Sơ đồ tải trọng	c/l	M_1 +α	M_1 +β	M_B -α	M_B -β	M_2 +α	M_2 +β	M_2 -γ	Q_A +a	Q_A +b	Q_{B1} -a	Q_{B1} -b	Q_{B2} +a	Q_{B2} +b
q, p		0,080	0,101	0,100	0,117	0,025	0,075	0,050	0,400	0,450	0,600	0,617	0,500	0,583
q, p	0,10	0,079	0,100	0,098	0,115	0,025	0,074	0,049	0,352	0,401	0,548	0,564	0,450	0,532
	0,20	0,076	0,096	0,093	0,109	0,025	0,072	0,047	0,307	0,354	0,493	0,509	0,509	0,478
	0,25	0,074	0,093	0,089	0,104	0,025	0,070	0,045	0,286	0,330	0,464	0,480	0,480	0,450
	0,30	0,071	0,089	0,085	0,099	0,025	0,068	0,043	0,265	0,308	0,435	0,449	0,449	0,421
	0,35	0,068	0,085	0,080	0,094	0,025	0,065	0,041	0,246	0,286	0,405	0,418	0,418	0,392
	0,40	0,064	0,080	0,075	0,087	0,024	0,061	0,038	0,226	0,263	0,374	0,387	0,387	0,363
	0,45	0,059	0,074	0,069	0,081	0,023	0,057	0,035	0,207	0,240	0,344	0,355	0,355	0,333
q, p		0,54	0,068	0,063	0,073	0,021	0,052	0,031	0,188	0,219	0,313	0,323	0,250	0,302
q, p		0,036	0,019	0,053	0,062	0,010	0,036	0,027	0,197	0,221	0,303	0,312	0,250	0,295
G, P		0,175	0,213	0,150	0,175	0,067	0,175	0,075	0,350	0,425	0,650	0,675	0,500	0,625
G, P		0,244	0,289	0,267	0,311	0,100	0,200	0,133	0,733	0,866	1,267	1,311	1,000	1,222
G, P		0,313	0,106	0,375	0,437	0,125	0,313	0,188	1,125	1,313	1,875	1,938	1,500	1,812

Tiếp phụ lục 12

Sơ đồ tải trọng			Dầm 1 nhịp		Dầm 2 nhịp							
			M	q	M_1		M_B		Q_A		Q_B	
			α	α	+ α	+ β	- α	- β	+ a	+ b	- a	- b
q, p (phân bố đều)			0,125	0,500	0,070	0,096	0,125	0,125	0,375	0,437	0,625	0,625
g, p (hình thang, c)	$\frac{c}{l}$	0,10	0,123	0,450	0,069	0,094	0,123	0,123	0,330	0,389	0,573	0,573
		0,20	0,118	0,400	0,067	0,094	0,116	0,116	0,285	0,372	0,576	0,516
		0,25	0,115	0,375	0,065	0,088	0,112	0,112	0,265	0,320	0,486	0,486
		0,30	0,110	0,350	0,063	0,085	0,106	0,106	0,245	0,297	0,456	0,456
		0,35	0,105	0,325	0,060	0,081	0,100	0,100	0,225	0,276	0,425	0,425
		0,40	0,098	0,300	0,056	0,076	0,093	0,093	0,207	0,254	0,393	0,393
		0,45	0,091	0,275	0,052	0,071	0,086	0,086	0,190	0,233	0,361	0,361
g, p (tam giác)			0,083	0,250	0,047	0,064	0,078	0,078	0,172	0,211	0,328	0,328
g; p (hai tam giác)			0,063	0,205	0,029	0,046	0,0675	0,0675	0,184	0,200	0,316	0,316
G, P (một lực tập trung)			0,250	0,50	0,156	0,203	0,188	0,188	0,312	0,406	0,688	0,688
G, P (hai lực tập trung)			0,333	1,00	0,222	0,273	0,333	0,333	0,667	0,833	1,334	1,334
G, P (ba lực tập trung)			0,500	1,50	0,265	0,383	0,469	0,469	1,042	1,266	1,958	1,958

Tiếp phụ lục 12

Sơ đồ tải trọng		Dầm bốn nhịp																	
		M_1		M_B		M_2			M_c		Q_A		Q_{B1}		Q_{B2}		Q_C		
		+α	+β	-α	-β	+α	+β	-γ	-α	-β	+a	+b	-a	-b	+a	+b	-a	-b
q, p (phân bố đều)		0,077	0,100	0,107	0,121	0,036	0,081	0,045	0,071	0,107	0,393	0,446	0,607	0,620	8,536	0,603	0,464	0,571
q, p (hình thang)	c/l = 0.10	0,076	0,099	0,105	0,118	0,036	0,080	0,044	0,070	0,105	0,345	0,398	0,555	0,568	0,485	0,550	0,415	0,522
	0.20	0,073	0,094	0,100	0,412	0,035	0,077	0,042	0,067	0,100	0,300	0,350	0,500	0,512	0,433	0,495	0,367	0,466
	0.25	0,071	0,091	0,095	0,107	0,035	0,075	0,040	0,064	0,096	0,280	0,328	0,472	0,482	0,406	0,466	0,343	0,440
	0.30	0,069	0,08	0,091	0,102	0,034	0,072	0,038	0,061	0,091	0,259	0,305	0,441	0,452	0,380	0,737	0,320	0,410
	0.35	0,065	0,084	0,085	0,096	0,033	0,069	0,036	0,057	0,065	0,240	0,283	0,283	0,420	0,351	0,408	0,296	0,380
	0.40	0,062	0,079	0,080	0,090	0,032	0,065	0,034	0,053	0,080	0,220	0,260	0,260	0,300	0,327	0,376	0,273	0,353
	0.45	0,057	0,073	0,074	0,083	0,030	0,061	0,031	0,049	0,074	0,202	0,238	0,238	0,258	0,300	0,343	0,250	0,323
q, p (tam giác)		0,052	0,069	0,067	0,075	0,028	0,056	0,028	0,045	0,067	0,183	0,216	0,317	0,325	0,272	0,313	0,228	0,294
q, p (hai tam giác)		0,040	0,048	0,057	0,064	0,015	0,039	0,024	0,038	0,057	0,193	0,222	0,307	0,314	0,269	0,305	0,231	0,288
G, P (một lực tập trung)		0,169	0,210	0,161	0,181	0,046	0,163	0,067	0,107	0,161	0,339	0,420	0,651	0,681	0,553	0,654	0,449	0,607
G, P (hai lực tập trung)		0,238	0,286	0,286	0,321	0,111	0,222	0,111	0,191	0,286	0,714	0,857	1,286	1,331	1,095	1,274	0,905	1,190
G, P (ba lực tập trung)		0,299	0,400	0,402	0,452	0,165	0,333	0,167	0,268	0,402	1,098	1,299	1,902	1,952	1,634	1,885	1,366	1,718

Tiếp phụ lục 12

Sơ đồ tải trọng	c/l	M_1 +α	M_1 +β	M_B -α	M_B -β	M_2 +α	M_2 +β	M_c -α	M_c -β	M_3 +α	M_3 +β	Q_A +a	Q_A +b	Q_{B1} -a	Q_{B1} -b	Q_{B2} +a	Q_{B2} +b	Q_{C2} +a	Q_{C2} +b	Q_{C3} +a	Q_{C3} +b
$q.l$		0,037	0,100	0,105	0,120	0,033	0,079	0,080	0,111	0,046	0,086	0,395	0,448	0,606	0,620	0,526	0,598	0,474	0,576	0,500	0,591
$q.l$	0,10	0.077	0.099	0 103	0 117	0.033	0.078	0.078	0.090	0 045	0.085	0,347	0,399	0,567	0,475	0,545	0,426	0,426	0,525	0,450	0,534
	0,20	0.074	0.095	0.098	0 111	0.032	0.075	0 074	0 104	0.044	0.082	0,302	0,351	0,511	0,425	0,491	0.376	0,376	0,470	0,400	0,485
	0,25	0 072	0.092	0 094	0.106	0.032	0.073	0.071	0.099	0.043	0.079	0,282	0,328	0,181	0,398	0,462	0,352	0,352	0,442	0,375	0,456
	0,30	0.069	0.088	0.089	0 101	0.031	0.070	0.068	0.094	0 040	0.078	0,261	0,305	0,452	0,371	0,433	0,329	0,329	0,414	0,350	0,427
	0,35	0.066	0 084	0.084	0.096	0.030	0.067	0.064	0.089	0.040	0.073	0,241	0,283	0,420	0,345	0,403	0,305	0,305	0,385	0,325	0,397
	0,40	0.062	0.079	0 079	0.089	0.029	0.064	0.060	0.083	0.039	0.069	0,222	0,261	0,389	0,319	0,373	0,281	0,281	0,357	0,300	0,368
	0,45	0.057	0.074	0.072	0.082	0 028	0.059	0.055	0.076	0.037	0.064	0,204	0,239	0,356	0,292	0,34	0,328	0,258	0,328	0,275	0,339
$q.l$		0,053	0,068	0,066	0,075	0,026	0,055	0,050	0,070	0,034	0,059	0,184	0,217	0,316	0,325	0,266	0,316	0,234	0,301	0,250	0,310
$q.l$		0,035	0,049	0,056	0,064	0,014	0,038	0,042	0,059	0,021	0,042	0,194	0,222	0,306	0,313	0,264	0,302	0,237	0,291	0,250	0,309
$G.l$		0,171	0,211	0,158	0,158	0,179	0,112	0,181	0,118	0,167	0,132	0,181	0,342	0,653	0,679	0,540	0,647	0,460	0,615	0,500	0,637
$G.l$		0,140	0,287	0,281	0,281	0,319	0,100	0,216	0,211	0,297	0,122	0,228	0,719	1,281	1,319	1,070	1,262	0,930	1,204	1,000	1,243
$G.l$		0,302	0,401	0,395	0,395	0,449	0,155	0,327	0,292	0,417	0,204	0,352	1,302	1,895	1,949	1,599	1,867	1,401	1,787	1,500	1,841

Phụ lục 13. *Các hệ số α, β để tính mômen trên các tiết diện dọc dầm*

Sơ đồ tải trọng	$\frac{x}{l}$	Momen uốn		
		Ảnh hưởng của g	Ảnh hưởng của p	
		α	- β	- β
1	2	3	4	5
q = g + p	0,1	+0,0325	0,0387	0,0062
	0,2	+0,0550	0,0375	0,0125
	0,3	+0,0675	0,0862	0,0187
	0,4	+0,0700	0,0950	0,0250
	0,5	+0,0625	0,0937	0,0312
	0,6	+0,0450	0,0825	0,0375
	0,7	+0,0175	0,0612	0,0437
	0,8	-0,0200	0,0300	0,0500
	0,85	-0,0425	0,0152	0,0577
	0,9	-0,0675	0,0061	0,0736
	0,95	-0,0950	0,0014	0,0964
	1,0	-0,1250	0	0,1250
q = g - p	0,1	+0,035	0,040	0,005
	0,2	+0,060	0,070	0,010
	0,3	+0,075	0,090	0,015
	0,4	+0,080	0,100	0,020
	0,5	+0,075	0,100	0,025
	0,6	+0,060	0,090	0,030
	0,7	+0,035	0,070	0,035
	0,8	0	0,0402	0,0402
	0,85	-0,0212	0,0277	0,0490
	0,9	-0,0450	0,0204	0,0654
	0,95	-0,0712	0,0171	0,0883
	1,0	-0,1000	0,0167	0,1167
	1,05	-0,0762	0,0141	0,0903
	1,1	-0,0550	0,0151	0,0701
	1,15	-0,0362	0,0205	0,0568
	1,20	-0,0200	0,030	0,050
	1,30	+0,005	0,055	0,050
	1,40	+0,020	0,070	0,050
	1,50	+0,025	0,075	0,050
	0,1	+0,0343	0,0396	0,0054
	0,2	+0,0586	0,0693	0,0107
	0,3	+0,0720	0,0889	0,0161
	0,4	+0,0771	0,0986	0,0214
	0,5	+0,0714	0,0982	0,0268
	0,6	+0,0557	0,0879	0,0321
	0,7	+0,0300	0,0675	0,0375
	0,780	0	0,0421	0,0421

	2	3	4	5
q = g - p	0,8	-0,005'	0,0374	0,0431
	0,85	-0,027	0,0248	0,0522
	0,9	-0,051	0,0163	0,0677
	0,95	-0,0780	0,0139	0,0920
	1,0	-0,1071	0,0134	0,1205
	1,05	-0,0861	0,0116	0,0932
	1,1	-0,0586	0,0145	0,0721
	1,15	-0,0380	0,0198	0,0578
	1,2	-0,0200	0,0350	0,0500
	1,266	0	0,0488	0,0488
	1,3	+0,0086	0,0568	0,0482
	1,4	+0,0271	0,0736	0,0464
	1,5	+0,0357	0,0804	0,0446
	1,6	+0,0343	0,0771	0,0429
	1,7	+0,0229	0,0639	0,0411
	1,8	+0,0014	0,0412	0,0403
	1,805	0	0,0409	0,0409
	1,85	-0,0130	0,0345	0,0475
	1,9	-0,0300	0,0310	0,0610
	1,95	-0,0495	0,0317	0,0812
	2,0	-0,0714	0,0357	0,1071
q = g + p	0,1	+0,0345	0,0397	0,0053
	0,2	+0,0589	0,0695	0,0105
	0,3	+0,0734	0,0892	0,0158
	0,4	+0,0779	0,0980	0,0211
	0,5	+0,0724	0,0987	0,0263
	0,6	+0,0568	0,0884	0,0316
	0,7	+0,0313	0,0682	0,0368
	0,8	-0,0042	0,0381	0,0423
	0,9	-0,0497	0,0183	0,0680
	0,95	-0,0775	-	0,0938
	1,0	-0,1053	0,0144	0,1196
	1,05	-0,0815	-	0,0957
	1,1	-0,0576	0,0140	0,0717
	1,2	-0,0200	0,0300	0,0500
	1,3	+0,0076	0,0563	0,0487
	1,4	+0,0253	0,0726	0,0474
	1,5	+0,0329	0,0789	0,0461
	1,6	+0,0305	0,0753	0,0447
	1,7	+0,0182	0,0616	0,0434
	1,8	-0,0042	0,0389	0,0432
	1,9	-0,0366	0,0280	0,0646
	1,95	-0,0578	-	0,0879
	2,0	-0,0790	0,0323	0,1112
	2,05	-0,0564	-	0,0873
	2,1	-0,0339	0,0293	0,0633

1	2	3	4	5
	2,2	+0,0011	0,0416	0,4505
	2,3	+0,0261	0,0655	0,0395
	2,4	+0,0411	0,0805	0,0395
	2,5	+0,061	0,0855	0,0395
	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,5	+0,1563	0,2031	0,0469
	0,842	-0,0789	0,0	0,0789
	1,0	-0,1875	0,0	0,1875
	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,333	+0,2222	0,2778	0,0556
	0,667	+0,1111	0,2222	0,1111
	0,8572	-0,1430	0,0	0,1430
	1,0	-0,3333	0,0	0,3333
	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,5	+0,1750	0,2125	0,0375
	0,833	-0,0416	0,0208	0,0625
	1,0	-0,1500	0,0250	0,1750
	1,15	-0,0750	0,0063	0,0813
	1,50	+0,1000	0,1750	0,0750
	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,333	+0,2444	0,2889	0,0444
	0,667	+0,1555	0,2444	0,0889
	0,849	-0,0750	0,0377	0,1127
	1,0	-0,2667	0,0444	0,3111
	1,33	-0,1333	0,0133	0,1467
	1,333	+0,0667	0,2000	0,1333
	1,500	+00,667	0,200	0,1333
	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,5	+0,1697	0,2098	0,0405
	0,833	-0,0503	0,0168	0,0670
	1,0	-0,1607	0,0201	0,1808
	1,147	-0,0781	0,0048	0,0830
	1,5	+0,1161	0,1830	0,0670
	1,835	-0,0362	0,0282	0,0644
	2,0	-0,1072	0,0536	0,1607
	0,0	0,0	0,0	0,0
	0,333	+0,2381	0,2857	0,0470
	0,667	+0,1429	0,2381	0,0958
	0,848	-0,0907	0,0303	0,1211
	1,0	-0,2851	0,0357	0,3214
	1,133	-0,1400	0,0127	0,1528
	1,333	+0,0794	0,2063	0,1270
	1,667	+0,1111	0,2222	0,1111
	1,858	-0,0623	0,0547	0,1170
	2,0	-0,1905	0,0952	0,2837

***Phụ lục 14**: Tính mômen uốn cho dầm, tấm có khẩu độ không đều tải trọng tác dụng không đều đặt đối xứng*

Sơ đồ tải trọng	M	Momen uốn	
		do khẩu độ thứ 1	**do khẩu độ thứ 2**
$q_1 = g_1 + p_1$; $q_2 = g_2 + p_2$; A, B, C; l_1, l_2	M_1	$+ 0,938 q_1 l_1^2$	$+ 0,0313 g_2 l_2^2$
	M_B	$- 0,0625 q_1 l_1^2$	$- 0,0625 q_2 l_2^2$
	M_2	$+ 0,0313 g_1 l_1^2$	$+ 0,938 q_2 l_2^2$
$Q_1 = G_1 + P_1$; $Q_2 = G_2 + P_2$; A, B, C; $\frac{l_1}{2}$, $\frac{l_1}{2}$, $\frac{l_2}{2}$, $\frac{l_2}{2}$; l_1, l_2	M_1	$+ 0,2030 Q_1 l_1$	$- 0,0467 G_2 l_2$
	M_B	$- 0,0938 Q_1 l_1$	$- 0,0938 Q_2 l_2$
	M_2	$- 0,0467 G_1 l_1$	$+ 0,2030 Q_2 l_2$
$G_1 = G_1 + P_1$; $Q_2 = G_2 + P_2$; A, B, C; $\frac{l_1}{3}$, $\frac{l_1}{3}$, $\frac{l_1}{3}$, $\frac{l_2}{3}$, $\frac{l_2}{3}$, $\frac{l_2}{3}$; l_1, l_2	M_1	$+ 0,2778 Q_1 l_1$	$- 0,0556 G_2 l_2$
	M_B	$- 0,1667 Q_1 l_1$	$- 0,1667 Q_2 l_2$
	M_2	$- 0,0556 G_1 l_1$	$+ 0,2778 Q_2 l_2$

Ba khẩu độ

Sơ đồ tải trọng	M	Momen uốn		
		do khẩu độ thứ 1	do khẩu độ thứ 2	do khẩu độ thứ 3
$q_1=g_1+p_1$; $q_2=g_2+p_2$; $q_3=g_3+p_3$	M_1	$+0,092q_1l_1^2$	$-0,025g_1l_2^2$	$+0,008q_3l_3^2$
	M_B	$-0,067g_1l_1^2$	$-0,050q_2l_2^2$	$+0,017g_3l_3^2$
	M_2	$-0,025g_1l_1^2$	$+0,075q_2l_2^2$	$-0,025g_3l_3^2$
	M_C	$+0,017g_1l_1^2$	$-0,050q_2l_2^2$	$-0,067q_3l_3^2$
	M_3	$+0,608q_1l_1^2$	$-0,025g_2l_2^2$	$+0,092q_3l_3^2$
$Q_1=G_1+P_1$; $Q_2=G_2+P_2$; $Q_3=G_3+P_3$	M_1	$+0,200Q_1l_1$	$-0,038G_2l_2$	$+0,013Q_3l_3$
	M_B	$-0,100Q_1l_1$	$-0,075Q_2l_2$	$+0,025G_3l_3$
	M_2	$-0,038G_1l_1$	$+0,200Q_2l_2$	$-0,038G_3l_3$
	M_C	$+0,025G_1l_1$	$-0,075Q_2l_2$	$-0,100G_3l_3$
	M_3	$+0,013Q_1l_1$	$-0,038G_2l_2$	$+0,200Q_3l_3$
$Q_1=G_1+P_1$; $Q_2=G_2+P_2$; $Q_3=G_3+P_3$	M_1	$+0,274Q_1l_1$	$-0,044G_2l_2$	$+0,015Q_3l_3$
	M_B	$-0,178Q_1l_1$	$-0,133Q_2l_2$	$+0,044G_3l_3$
	M_2	$-0,104G_1l_1$	$+0,200Q_2l_2$	$-0,104G_3l_3$
	M_C	$+0,044G_1l_1$	$-0,133Q_2l_2$	$-0,178Q_3l_3$
	M_3	$+0,015Q_1l_1$	$-0,044G_2l_2$	$+0,274Q_3l_3$

Bốn khẩu độ

Sơ đồ tải trọng	M	Momen uốn			
		do khẩu độ thứ 1	do khẩu độ thứ 2	do khẩu độ thứ 3	do khẩu độ thứ 4
	M_1	$+0,092q_1l_1^2$	$-0,025g_1l_2^2$	$+0,007q_3l_3^2$	$-0,002g_4l_4^2$
	M_B	$-0,067g_1l_1^2$	$-0,049q_2l_2^2$	$-0,013g_3l_3^2$	$+0,005q_4l_4^2$
	M_2	$-0,025g_2l_1^2$	$+0,074q_2l_2^2$	$-0,020g_3l_3^2$	$+0,007q_4l_4^2$
	M_C	$+0,018g_1l_1^2$	$-0,054q_2l_2^2$	$-0,054q_3l_3^2$	$+0,018g_4l_4^2$
	M_3	$+0,007g_1l_1^2$	$-0,020g_2l_2^2$	$+0,074q_3l_3^2$	$-0,025g_4l_4^2$
		$-0,003q_1l_1^2$	$+0,013g_2l_2^2$	$-0,049g_2l_3^2$	$-0,067q_4l_4^2$
		$-0,002g_1l_1^2$	$+0,007q_2l_2^2$	$-0, 25g_3l_3^2$	$+0,092q_4l_4^2$
	M_1	$+0,200Q_1l_1$	$-0,037G_2l_2$	$+0,010Q_3l_3$	$-0,003G_4l_4$
	M_B	$-0,100Q_1l_1$	$-0,074Q_2l_2$	$+0,020G_3l_3$	$-0,007Q_4l_4$
	M_2	$-0,037G_1l_1$	$+0,173Q_2l_2$	$-0,030G_3l_3$	$+0,010Q_4l_4$
	M_C	$+0,027G_1l_1$	$-0,080Q_2l_2$	$-0,080G_3l_3$	$+0,025G_4l_4$
	M_3	$+0,010Q_1l_1$	$-0,030G_2l_2$	$+0,173Q_3l_3$	$-0,037G_4l_4$
		$-0,007Q_1l_1$	$+0,020G_2l_2$	$-0,074Q_3l_3$	$-0,100Q_4l_4$
		$-0,003G_1l_1$	$+0,010Q_2l_2$	$-0,037Q_3l_3$	$+0,200G_4l_4$
	M_1	$+0,274Q_1l_1$	$-0,044G_2l_2$	$+0,012Q_3l_3$	$-0,004G_4l_4$
	M_B	$-0,179Q_1l_1$	$-0,131Q_2l_2$	$+0,036G_3l_3$	$-0,012Q_4l_4$
	M_2	$-0,028G_1l_1$	$+0,195Q_2l_2$	$-0,084G_3l_3$	$+0,028Q_4l_4$
	M_C	$+0,048G_1l_1$	$-0,145Q_2l_2$	$-0,143Q_3l_3$	$+0,048G_4l_4$
	M_3	$+0,028Q_1l_1$	$-0,083G_2l_2$	$+0,195Q_3l_3$	$-0,028G_4l_4$
		$-0,012Q_1l_1$	$+0,036G_2l_2$	$-0,131Q_3l_3$	$-0,179Q_4l_4$
		$-0,004G_1l_1$	$+0,012Q_2l_2$	$-0,044Q_3l_3$	$+0,274Q_4l_4$

Phụ lục 15: Thép cho bê tông.

Đường kính tiêu chuẩn	Tiết diện tiêu chuẩn	Chu vi tiêu chuẩn	Trọng lượng	Đường kính tiêu chuẩn		
				Dầm tròn nhẵn HA	Sợi HA	Lưới hàn
3	0,071	0,942	0,056			*
3,5	0,096	1,100	0,075			
4	0,126	1,257	0,099		*	
4,5	0,159	1,414	0,119			*
5	0,196	1,571	0,154		*	*
5,5	0,238	1,728	0,187			*
6	0,283	1,885	0,222	*	*	*
7	0,385	2,199	0,302		**	*
8	0,503	2,513	0,395	*	*	*
9	0,636	2,827	0,499		**	*
10	0,785	3,142	0,616	*	*	*
12	1,131	3,770	0,888	*	*	*
14	1,539	4,389	1,208	*	*	
16	2,011	5,027	1,579	*	*	
20	3,142	6,283	2,466	*		
25	4,909	7,854	3,854	*		
32	8,042	10,053	6,313	*		
40	12,566	12,566	9,864	*		

Phụ lục 16. *Tiết diện tiêu chuẩn cho nhóm từ 1 ÷ 10 dầm.*

Đường kính	**Tiết diện cho số dầm bằng (cm^2)**									
	1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**	**10**
3	0,07	0,14	0,21	0,28	0,35	0,42	0,49	0,57	0,64	0,71
3,5	0,10	0,19	0,29	0,38	0,48	0,57	0,67	0,77	0,86	0,96
4	0,13	0,25	0,38	0,50	0,63	0,75	0,88	1,01	1,13	1,26
4,5	0,16	0,32	0,58	0,63	0,79	0,95	1,11	1,27	1,43	1,59
5	0,20	0,39	0,49	0,78	0,98	1,17	1,37	1,57	1,76	1,96
5,5	0,24	0,47	0,71	0,95	1,19	1.43	1,66	1,90	2,14	2,38
6	0,28	0,56	0.85	1,13	1,41	1,70	1,98	2,26	2,55	2,83
7	0,38	0,77	1,15	1,54	1,92	2,31	2,69	3,08	3,46	3,85
8	0,50	1,00	1,51	2,01	2,51	3,02	3,52	4,02	4,53	5,03
9	0,64	1,27	1,91	2,54	3,18	3,81	4,45	5,09	5,72	6,36
10	0,78	1,57	2,35	3,14	3,93	4,71	5,49	6,28	7,06	7,85
12	1,13	2,26	3,39	4,52	5,65	6,78	7,92	9,05	10,18	11,31
14	1,54	3,08	4,62	6,15	7,70	9,23	10,77	12,31	13,85	15,39
16	2,01	4,02	6,03	8,04	10,05	12,06	14,07	16,09	18,10	20,11
20	3,14	6,28	9,42	12,56	15,71	18,85	21,99	25,13	28,27	31,41
25	4,91	9,82	14,73	19,63	24,54	29,45	34,36	39,27	44,18	49,09
32	8,04	16,08	24,13	32,17	40,21	48,25	56,29	64,34	72,38	80,42
40	12,57	25,13	37,70	50,26	62,83	75,49	87,96	100,53	113,09	125,66

***Phụ lục 17**. Chu vi hữu ích đối với dầm cách ly.*

Đường kính (mm)	Chu vi cho số dầm bằng (cm)									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
3	0,94	1,88	2,83	3,77	4,71	5,65	6,60	7,54	8,48	9,42
3,5	1,10	2,20	3,30	4,40	5,50	6,60	7,70	8,80	9,90	11,00
4	1,26	2,51	3,77	5,03	6,28	7,54	8,80	10,05	11,31	12,57
4,5	1,41	2,83	4,24	5,66	7,07	8,48	9,90	11,31	12,73	14,14
5	1,57	3,14	4,71	6,28	7,85	9,43	11,00	12,57	14,14	15,71
5,5	1,73	3,46	5,18	6,91	8,64	10,37	12,10	13,82	15,55	17,28
6	1,88	3,77	5,65	7,54	9,42	11,31	13,19	15,08	16,96	18,85
7	2,20	4,40	6,60	8,80	10,99	13,19	15,39	17,59	19,79	21,99
8	2,51	5,03	7,54	10,05	12,56	15,08	17,59	20,10	22,62	25,13
9	2,83	5,65	8,48	11,31	14,13	16,96	19,79	22,61	25,44	28,27
10	3,14	6,28	9,42	12,57	15,71	18,85	21,99	25,13	28,28	31,42
12	3,77	7,54	11,31	15,08	18,85	22,62	26,39	30,16	33,93	37,70
14	4,40	8,80	13,19	17,59	21,99	26,39	30,79	35,18	39,58	43,98
16	5,03	10,05	15,08	20,11	25,13	30,16	35,19	40,22	45,24	50,27
20	6,28	12,57	18,85	25,13	31,41	37,70	43,98	50,26	56,55	62,83
25	7,85	15,71	23,56	31,42	39,27	47,12	54,98	62,83	70,69	78,54
32	10,05	20,11	30,16	40,21	50,26	60,32	70,37	80,42	90,48	100,53
40	12,57	25,13	37,70	50,26	62,83	75,40	87,96	100,53	113,09	125,66

Phụ lục 18: *Tiết diện dầm (cm^2) phụ thuộc vào giãn cách và đường kính đối với 1m bề rộng tấm đan.*

Gian cách các tấm đan	Đường kính tiêu chuẩn của tấm đan (mm)						
	6	8	10	12	14	16	20
7,0	4,04	7,18	11,22	16,16	21.99	28,72	44,88
7,5	3,77	6,70	10,47	15,08	20,52	26,81	41.89
8,0	3,53	6,28	9,82	14,14	19,24	25,14	39,27
8,5	3,33	5,91	9,24	13,31	18,11	23,66	36,96
9,0	3,14	5,59	8,73	12,60	17,10	22,34	34,91
9,5	2,98	5,29	8,27	11,90	16,20	21,17	33,07
10,0	2,83	5,03	7,85	11,31	15,39	20,11	31,41
10,5	2,69	4,79	7,48	10,77	14,66	19,15	29,92
11,0	2,57	4,57	7,14	10,28	13,99	18,28	28,56
11,5	2,46	4,37	6,83	9,84	13,39	17,49	27,32
12,0	2,36	4,19	6,54	9,42	12,83	16,76	26,18
12,5	2,26	4,02	6,28	9,05	12,32	16,08	25,13
13,0	2,17	3,87	6,04	8,70	11,84	15,47	24,17
13,5	2,09	3,72	5,82	8,38	11,40	14,89	23,27
14,0	2,02	3,59	5,61	8,08	11,00	14,36	22.44
14,5	1,95	3,47	5,42	7,80	10,62	13,87	21,67

15,0	1,89	3,35	5,24	7,54	10,26	13,40	20,94
15,5	1,82	3,24	5,07	7,30	9,93	12,97	20,27
16,0	1,77	3,14	4,91	7,07	9,62	12,57	19,64
16,5	1,71	3,05	4,76	6,85	9,33	12,19	19,04
17,0	1,66	2,96	4,62	6,65	9,05	11,83	18,48
17,5	1,62	2,87	4,49	6,46	8,79	11,49	17,95
18,0	1,57	2,79	4,36	6,28	8,55	11,17	17,45
18,5	1,53	2,72	4,25	6,11	8,32	10,87	16,98
19,0	1,49	2,65	4,13	5,95	8,10	10,58	16,53
19,5	1,45	2,85	4,03	5,80	7,89	10,31	16,11
20,0	1,41	2,51	3,93	5,65	7,70	10,05	15,71

Tấm đan phải có ϕ (mm) <b_o (cm).

B_o - Chiều dày tổng của tấm đan.

Phụ lục 19: *Thép Fe.E40 kiểu 2. Giá trị δ_S phụ thuộc vào 1000 ε_S và γ_S.*

υ_S (Mpa)	1000 ε_S		δ_S (Mpa)	1000 ε_S		δ_S (Mpa)	1000 ε_S	
	γ_S=1,15	γ_S=1		γ_S=1,15	γ_S=1		γ_S=1,15	γ_S=1
244	1,220	1,220	314	1,852	1,574	384		2,898
246	1,230	1,230	316	1,904	1,585	386		3,006
248	1,240	1,240	318	1,961	1,595	388		3,122
250	1,250	1,250	320	2,024	1,608	390		3,244
252	1,260	1,260	322	2,092	1,620	392		3,376
254	1,270	1,270	324	2,167	1,633	394		3,517
256	1,280	1,280	326	2,248	1,646	396		3,668
258	1,290	1,290	328	2,337	1,660	398		3,828
260	1,300	1,300	330	2,434	1,675	400		4,000
262	1,310	1,310	332	2,538	1,690	402		4,182
264	1,321	1,320	334	2,652	1,707	404		4,376
266	1,331	1,330	336	2,776	1,724	406		4,582
268	1,341	1,340	338	2,910	1,743	408		4,801
270	1,352	1,350	340	3,054	1,762	410		5,033
272	1,363	1,360	342	3,210	1,783	412		5,280
274	1,374	1,370	344	3,379	1,806	414		5,542
276	1,386	1,380	346	3,561	1,831	416		5,819
278	1,398	1,390	348	3,756	1,857	418		6,112
280	1,410	1,400	350	3,966	1,885	420		6,422
282	1,424	1,410	352	4,193	1,915	422		6,749
284	1,438	1,420	354	4,435	1,948	424		7,097
286	1,452	1,430	356	4,696	1,984	426		7,460
288	1,468	1,440	358	4,974	2,022	428		7,847
290	1,485	1,450	360	5,271	2,063	430		8,252
292	1,503	1,460	362	5,590	2,108	432		8,681
294	1,523	1,470	364	5,930	2,156	434		9,130
296	1,545	1,480	366	6,295	2,208	436		9,605
298	1,568	1,490	368	6,677	2,264	438		10,102
300	1,593	1,500	370	7,090	2,324			
302	1,621	1,510	372	7,527	2,390			
304	1,651	1,521	374	7,988	2,460			
306	1,684	1,531	376	8,489	2,535			
308	1,721	1,541	378	9,020	2,616			
310	1,760	1,552	380	9,581	2,704			
312	1,804	1,563	382	10,155	2,797			

Phụ lục 20: *Thép F_e.E50 kiểu 2. Giá trị δ_S phụ thuộc vào 1000 ε_S và γ_S.*

υ_S (MPa)	1000 ε_S		δ_S (MPa)	1000 ε_S		δ_S (MPa)	1000 ε_S		υ_S (MPa)	1000 ε_S	
	γ_S=1,15	γ_S=1		γ_S=1,15	γ_S=1		γ_S=1,15	γ_S=1		γ_S=1,15	γ_S=1
304	1,520	1,520	374	1,957	1,870	444	5,033	2,413	514		5,695
306	1,530	1,530	376	1,980	1,880	446	5,251	2,445	516		5,899
308	1,540	1,540	378	2,005	1,890	448	5,480	2,478	518		6,115
310	1,550	1,550	380	2,031	1,901	450	5,722	2,513	520		6,339
312	1,560	1,560	382	2,060	1,911	452	5,977	2,551	522		6,573
314	1,570	1,570	384	2,090	1,921	454	6,247	2,590	524		6,820
316	1,580	1,580	386	2,122	1,932	456	6,529	2,632	526		7,077
318	1,590	1,590	388	2,157	1,942	458	6,827	2,677	528		7,346
320	1,600	1,600	390	2,194	1,953	460	7,140	2,724	530		7,627
322	1,610	1,610	392	2,234	1,963	462	7,469	2,774	532		7,919
324	1,620	1,620	394	2,277	1,974	464	7,813	2,827	534		8,224
326	1,630	1,630	396	2,323	1,985	466	8,176	2,883	536		8,543
328	1,640	1,640	398	2,372	1,997	468	8,558	2,942	538		8,876
330	1,651	1,650	400	2,424	2,008	470	8,957	3,005	540		9,221
332	1,661	1,660	402	2,480	2,020	472	9,376	3,072	542		9,580
334	1,671	1,670	404	2,541	2,032	474	9,815	3,142	544		9,954
336	1,682	1,680	406	2,605	2,044	476	10,274	3,216	546		10,344

338	1,692	1,690	408	2,674	2,057	478		3,294			
340	1,703	1,700	410	2,747	2,070	480		3,377			
342	1,714	1,710	412	2,826	2,084	482		3,464			
344	1,725	1,720	414	2,910	2,098	484		3,557			
346	1,737	1,730	416	2,999	2,113	486		3,655			
348	1,749	1,740	418	3,094	2,128	488		3,758			
350	1,761	1,750	420	3,196	2,144	490		3,866			
352	1,773	1,760	422	3,304	2,161	492		3,980			
354	1,786	1,770	424	3,419	2,178	494		4,100			
356	1,799	1,780	426	3,541	2,97	496		4,226			
358	1,813	1,790	428	3,671	2,216	498		4,360			
360	1,828	1,800	430	3,809	2,236	500		4,500			
362	1,844	1,810	432	3,955	2,257	502		4,646			
364	1,860	1,820	434	4,110	2,280	504		4,800			
366	1,877	1,830	436	4,275	2,304	506		4,963			
368	1,895	1,840	438	4,449	2,329	508		5,134			
370	1,915	1,850	440	4,633	2,355	510		5,312			
372	1,935	1,860	442	4,828	2,383	512		5,499			

Phụ lục 21: *Giá trị của α, β và $1000\varepsilon_S$ phụ thuộc μ.*

μ	α	β	$1000\varepsilon_S$	μ	α	β	$1000\varepsilon_S$	μ	α	β	$1000\varepsilon_S$
0,240	0,3486	0,861	6,54	0,320	0,5000	0,800	3,500	0,400	0,6910	0.724	1,565
0,242	0,3521	0,859	6,44	0,322	0,5041	0,798	3,443	0,402	0,6966	0,721	1,524
0,244	0,3556	0,858	6,34	0,324	0,5083	0,797	3,386	0,404	0,7023	0,719	1,484
0,246	0,3591	0,856	6,25	0,326	0,5126	0,795	3,328	0,406	0,7080	0,717	1,444
0,248	0,3626	0,855	6,15	0,328	0,5169	0,793	3,271	0,408	0,7138	0,714	1,403
0,250	0,3661	0,854	6,06	0,330	0,5211	0,792	3,217	0,410	0.7196	0,712	1,364
0,252	0,3696	0,852	5,97	0,332	0,5254	0,790	3,162	0,412	0,7256	0,710	1,324
0,254	0,3732	0,851	5,88	0,334	0,5293	0,788	3,107	0,414	0,7316	0,707	1,284
0,256	0,3768	0,849	5,79	0,336	0,5341	0,786	3,053	0,416	0,7376	0,705	1,245
0,258	0,3804	0,848	5,70	0,338	0,5385	0,785	3,000	0,418	0,7438	0,702	1,205
0,260	0,3840	0,846	5,62	0,340	0,5429	0,783	2,947	0,420	0,7500	0,700	1,166
0,262	0,3876	0,845	5,53	0,342	0,5474	0,781	2,894	0,422	0,7562	0,697	1,128
0,264	0,3913	0,843	5,45	0,344	0,5518	0,779	2,843	0,424	0,7626	0,695	1,090
0,266	0,3949	0,842	5,36	0,346	0,5563	0,777	2,792	0,426	0,7691	0,692	1,051
0,268	0,3985	0,841	5,28	0,348	0,5608	0,776	2,741	0,428	0,7756	0,690	1,013
0,270	0,4022	0,839	5,20	0,350	0,5654	0,774	2,690	0,430	0,7822	0,687	0,974
0,272	0,4059	0,838	5,12	0,352	0,5699	0,772	2,641	0432	0,7890	0,684	0,936
0,274	0,4096	0,836	5,04	0,354	0,5745	0,770	2,592	0,434	0,7959	0,682	0,898
0,276	0,4134	0,835	4,97	0,356	0,5791	0,768	2,544	0,436	0,8028	0,679	0,860

0,278	0,4171	0,833	4,89	0,358	0,5838	0,766	2,495	0,438	0,8099	0,676	0,822
0,280	0,4209	0,832	4,82	0,360	0,5885	0,765	2,447	0,440	0,8170	0,673	0,784
0,282	0,4246	0,830	4,74	0,362	0,5933	0,763	2,399	0,442	0,8242	0,670	0,746
0,284	0,4284	0,829	4,67	0,364	0,5981	0,761	2,352	0,444	0,8316	0,667	0,708
0,286	0,4322	0,827	4,60	0,366	0,6029	0,759	2,305	0,446	0,8393	0,664	0,670
0,288	0,4361	0,826	4,53	0,368	0,6078	0,757	2,258	0,448	0,8469	0,661	0,633
0,290	0,4399	0,824	4,46	0,370	0,6126	0,755	2,213	0,450	0,8547	0,658	0,595
0,292	0,4437	0,823	4,39	0,372	0,6175	0,753	2,168	0,452	0,8627	0,655	0,557
0,294	0,4476	0,821	4,32	0,374	0,6225	0,751	2,123	0,454	0,8709	0,652	0,519
0,296	0,4516	0,819	4,25	0,376	0,6275	0,749	2,078	0,456	08792	0,648	0,481
0,398	0,4555	0,818	4,18	0,378	0,6325	0,747	2,034	0,458	0,8877	0,645	0,443
0,300	0,4595	0,816	4,12	0,380	0,6376	0,745	1,990	0,460	0,8965	0,641	0,404
0,302	0,4634	0,815	4,05	0,382	0,6427	0,743	1,946	0,462	0,9054	0,638	0,366
0,304	0,4674	0,813	3,99	0,384	0,6479	0,741	1,902	0,464	0,9146	0,634	0,327
0,306	0,4714	0,811	3,92	0,386	0,6531	0,739	1,859	0,466	0,9240	0,630	0,288
0,308	0,4754	0,810	3,86	0,388	0,6584	0,737	1,816	0,468	0,9337	0,626	0,248
0,310	0,4795	0808	3,80	0,390	0,6637	0,735	1,773	0,470	0,9438	0,622	0,208
0,312	0,4835	0,807	3,74	0,392	0,6691	0,732	1,731	0,472	0,9542	0,618	0,168
0,314	0,4876	0,805	3,68	0,394	0,6745	0,730	1,689	0,474	0,9650	0,614	0,127
0,316	0,4918	0,803	3,62	0,396	0,6799	0,728	1,648	0,476	0,9761	0,610	0,086
0,318	0,4959	0,802	3,56	0,398	0,6854	0,726	1,607	0,478	0,9877	0,605	0,044

TÀI LIỆU THAM KHẢO

1 - ***Sổ tay tính toán kết cấu gạch đá và gạch đá cốt thép***, Nguyễn Hiền - 1994.

2- ***Giáo trình vật liệu xây dựng.*** Bộ Xây dựng - NXB Xây dựng 1987.

3 - ***Giáo trình kết cấu bê tông cốt thép.*** Viện bồi dưỡng cán bộ xây dựng NXBXD 1987.

4 - ***Kết cấu bê tông cốt thép***, Ngô Thế Phong - NXB KHKT - 1990.

5 - ***Kết cấu bê tông cốt thép.*** H.B Iakubôpki - 1970.

MỤC LỤC

NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI
4 - TỐNG DUY TÂN, QUẬN HOÀN KIẾM, HÀ NỘI
ĐT: (04) 8252916, 8257063 - FAX: (04) 8257063

GIÁO TRÌNH
KẾT CẤU
NHÀ XUẤT BẢN HÀ NỘI - 2007

Chịu trách nhiệm xuất bản
NGUYỄN KHẮC OÁNH
Biên tập
PHẠM QUỐC TUẤN
Bìa
PHAN ANH TÚ
Kỹ thuật vi tính
THU YẾN
Sửa bản in
PHẠM QUỐC TUẤN

In 400 cuốn, khổ 17x24cm tại Công ty cổ phần in KHKT. Quyết định xuất bản số: 160 - 2007/CXB/397GT - 27/HN. Số 313/CXB cấp ngày. 2/3/2007. In xong và nộp lưu chiểu quý III/2007.

BỘ GIÁO TRÌNH XUẤT BẢN NĂM 2007
KHỐI TRƯỜNG TRUNG HỌC NÔNG NGHIỆP

1. THỦY LỰC
2. GIỐNG VÀ KỸ THUẬT TRUYỀN
3. KHÍ TƯỢNG NÔNG NGHIỆP
4. ĐỊNH GIÁ ĐẤT
5. GIAO ĐẤT VÀ THU HỒI ĐẤT
6. BẢN ĐỒ ĐỊA CHÍNH
7. KẾT CẤU CHUYÊN NGÀNH THỦY NÔNG
8. CHẨN ĐOÁN BỆNH VÀ BỆNH NỘI KHOA
9. CHĂN NUÔI GIA CẦM
10. NGOẠI KHOA THÚ Y
11. VI SINH VẬT - BỆNH TRUYỀN NHIỄM VẬT NUÔI
12. QUY HOẠCH SỬ DỤNG ĐẤT
13. PHÁP LUẬT ĐẤT ĐAI
14. THANH TRA VÀ KIỂM TRA ĐẤT ĐAI
15. KỸ THUẬT TRỒNG LÚA
16. KỸ THUẬT TRỒNG CÂY MÀU
17. MÁY BƠM VÀ TRẠM BƠM
18. THỦY NÔNG
19. QUẢN TRỊ NHÂN LỰC
20. KIỂM TRA CHẤT LƯỢNG THỰC PHẨM
21. CÔNG NGHỆ CHẾ BIẾN VÀ BẢO QUẢN LƯƠNG THỰC
22. CÔNG NGHỆ CHẾ BIẾN VÀ BẢO QUẢN RAU QUẢ
23. CÔNG NGHỆ BẢO QUẢN VÀ CHẾ BIẾN SẢN PHẨM CHĂN NUÔI
24. CÔNG NGHỆ SẢN XUẤT BIA
25. AN TOÀN VÀ BẢO HỘ LAO ĐỘNG

GT Kết cấu chuyên ngành thuỷ



27.000



Giá: 27.000 đ